PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-264403
(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.CI. H04N 1/405
G03F 3/08
G06T 5/00
H04N 1/403
H04N 1/52

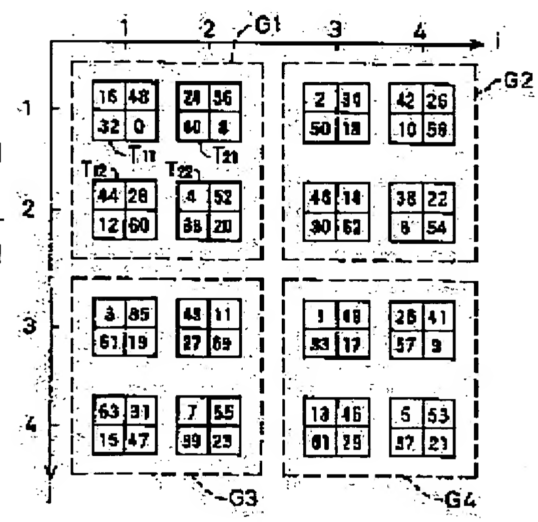
(21)Application number : 06-293809
(22)Date of filing : 02.11.1994

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD
(72)Inventor : MATSUBA MASATAKE

(30)Priority
Priority number : 06 30936 Priority date : 01.02.1994 Priority country : JP

(54) METHOD FOR GENERATING THRESHOLD MATRIX AND METHOD AND DEVICE FOR BINARIZING IMAGE

(57)Abstract:
PURPOSE: To reproduce sharp edges in an image in a more excellent way than that of a conventional technology using dots and to prevent production of an interference pattern such as moire or rosette pattern when a color printed matter is reproduced.
CONSTITUTION: A threshold matrix area is divided into plural submatrices Tij whose size is equal to each other and a difference among plural threshold levels included in each sub-matrix Tij is set to a prescribed. Furthermore, plural threshold values in each sub-matrix Tij are arranged at random. When the sub-matrix is a 2×2 matrix, eight ways of patterns are in existence, in which two comparatively smaller threshold values in the four threshold values in the sub-matrix are arranged diagonally and two comparatively larger threshold values are arranged diagonally. The threshold matrix with a high space frequency and capable of reproducing smoothly gradation is generated by selecting at random one pattern among the eight ways of the patterns.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)特　許　公　報（Ｂ２）　(11)特許番号
特許第3113524号
(P3113524)

(45)発行日　平成12年12月４日(2000.12.4)　(24)登録日　平成12年９月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.⁷		識別記号	FI		
ＨＯ４Ｎ	1/405		ＨＯ４Ｎ	1/40	Ｃ
ＧＯ３Ｆ	3/08		ＧＯ３Ｆ	3/08	Ａ
ＧＯ６Ｔ	1/00	４６０	ＧＯ６Ｔ	1/00	４６０Ｊ
ＨＯ４Ｎ	1/403		ＨＯ４Ｎ	1/40	１０３Ａ
	1/52			1/46	Ｂ

請求項の数34(全 30 頁)

(21)出願番号　特願平6－293809
(22)出願日　平成６年11月２日(1994.11.2)
(65)公開番号　特開平7－264403
(43)公開日　平成７年10月13日(1995.10.13)
審査請求日　平成９年11月28日(1997.11.28)
(31)優先権主張番号　特願平6－30936
(32)優先日　平成６年２月１日(1994.2.1)
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(73)特許権者　000207551
大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る４丁目天神北町１番地の１
(72)発明者　松葉　正剛
京都市南区東九条南石田町５番地　大日本スクリーン製造株式会社　十条事業所内
(74)代理人　100097146
弁理士　下出　隆史　（外１名）

審査官　橋爪　正樹

(56)参考文献　特開　昭55－76389（ＪＰ，Ａ）
特開　昭55－76390（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　閾値マトリクスの作成方法並びに画像の２値化方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】　多階調画像データを２値化する際に使用される閾値マトリクスを作成する方法であって、（ａ）閾値マトリクス領域を互いに等しいサイズの複数のサブマトリクスに分割し、各サブマトリクス内に含まれる複数の閾値同士の差分を所定の値に設定するとともに、各サブマトリクスにおいて前記複数の閾値をランダムに配置する工程、を備えることを特徴とする閾値マトリクスの作成方法。

【請求項２】　請求項１記載の閾値マトリクスの作成方法であって、

閾値マトリクスはM1 ×M2 閾値マトリクス（M1 ，M2 はそれぞれ偶数）であり、

工程（ａ）は、M1 ×M2 マトリクス領域内に含まれる各２×２サブマトリクス内の４つの閾値の配列を、比較的小さな２つの閾値同士を対角に配置するとともに比較的大きな閾値同士を対角に配置する８通りの組み合わせの中からランダムに選択する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項３】　請求項２記載の閾値マトリクスの作成方法であって、さらに、（ｂ）閾値配列が互いに異なる複数のM1 ×M2 閾値マトリクスを生成する工程と、（ｃ）前記複数のM1 ×M2 閾値マトリクスを配列して得られるＬ1 ×Ｌ2 閾値マトリクス（Ｌ1 ，Ｌ2 はそれぞれM1 ，M2 の整数倍の整数）を生成する工程とを含む、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項４】　請求項１記載の閾値マトリクスの作成方法であって、

閾値マトリクスはM×M閾値マトリクス（Mは2^N の整数、Nは２以上の整数）であり、

工程（ａ）は、Ｍ×Ｍマトリクス領域内に含まれる各２×２サブマトリクスＴｉｊ（ｉ，ｊは前記Ｍ×Ｍマトリクス領域内における２×２サブマトリクスＴｉｊの座標を示す）内の閾値の配置を数式１に従って設定するととも＊に、各座標（ｉ，ｊ）において整数ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊの値の組み合わせをランダムに決定する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【数１】

$$T_{ij} = 2^{2(N-1)}\begin{bmatrix} a_{ij} & c_{ij} \\ d_{ij} & b_{ij} \end{bmatrix} + k_{ij}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ここで，

i, j : $i=1\sim\frac{M}{2}$, $j=1\sim\frac{M}{2}$

N : $2^N=M$となる2以上の整数

k_{ij} : $0\sim(\frac{M^2}{4}-1)$の互いに異なる整数であり，かつ，各4×4サブマトリクス内に配置される4個の2×2サブマトリクスT_{ij}に対しては,$MOD(k_{ij},GN)$の値が互いに等しくなるようにk_{ij}がそれぞれ設定される

$MOD(x,y)$: 整数xを整数yで割った余り

GN : M×Mマトリクスに含まれる４×４サブマトリクスの個数（$=\frac{M^2}{4\times4}$）

$a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}$: 各2×2サブマトリクスT_{ij}において，0～3のいずれか1つの値をとる互いに異なる整数

【請求項５】　請求項４記載の閾値マトリクスの作成方法であって、
工程（ａ）は、さらに、前記各座標（ｉ，ｊ）における整数ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊの値の組み合わせを、０と１とが互いに対角に配置されるとともに、２と３も互いに対角に配置される８通りの組み合わせの中からランダムに選択する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項６】　請求項１記載の閾値マトリクスの作成方法であって、閾値マトリクスはＭ×Ｍ閾値マトリクス（Ｍは2^Nの整数、Ｎは２以上の整数）であり、
工程（ａ）は、数式２によって表わされるマトリクス$T_{M\times M}$をＭ×Ｍ閾値マトリクスとして、２×２基本サブマトリクスS^1内の成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値の組み合わせを、前記Ｍ×Ｍ閾値マトリクス内に含まれる２×２サブマトリクス毎にランダムに決定する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【数２】

nが１〜Nの整数（Nは$2^N=M$となる2以上の整数）としたとき，2^n次の正方マトリクス$S^n_{(u,v)}$を，次の一般式

$$S^n_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^{(n-1)}_{(1,1)} & S^{(n-1)}_{(2,1)} \\ S^{(n-1)}_{(1,2)} & S^{(n-1)}_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^{2(N-n)}\begin{bmatrix} E(a)^{(n-1)} & E(c)^{(n-1)} \\ E(d)^{(n-1)} & E(b)^{(n-1)} \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

とすると，M×M閾値マトリクス$TM_{M\times M}$は，次の漸化式で与えられる2^N次の正方マトリクスである。

$$TM_{M\times M}=S^N_{(1,1)}=\begin{bmatrix} S^{(N-1)}_{(1,1)} & S^{(N-1)}_{(2,1)} \\ S^{(N-1)}_{(1,2)} & S^{(N-1)}_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^0\begin{bmatrix} E(a)^{(N-1)} & E(c)^{(N-1)} \\ E(d)^{(N-1)} & E(b)^{(N-1)} \end{bmatrix}_{(1,1)}$$

$$S^{(N-1)}_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^{(N-2)}_{(1,1)} & S^{(N-2)}_{(2,1)} \\ S^{(N-2)}_{(1,2)} & S^{(N-2)}_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^2\begin{bmatrix} E(a)^{(N-2)} & E(c)^{(N-2)} \\ E(d)^{(N-2)} & E(b)^{(N-2)} \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$\cdots$$

$$S^2_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^{2(N-2)}\begin{bmatrix} E(a)^1 & E(c)^1 \\ E(d)^1 & E(b)^1 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^1_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^0_{(1,1)} & S^0_{(2,1)} \\ S^0_{(1,2)} & S^0_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^{2(N-1)}\begin{bmatrix} E(a)^0 & E(c)^0 \\ E(d)^0 & E(b)^0 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^0_{(u,v)}=0$$

$E(a)^{(n-1)}, E(b)^{(n-1)}, E(c)^{(n-1)}, E(d)^{(n-1)}$：nが１〜Nの時，すべての成分がそれぞれa, b, c, dである$2^{(n-1)}$次の正方マトリクス

a, b, c, d：0〜3のいずれか1つの値をとる互いに異なる整数であり，各座標(u,v)における係数マトリクス$\begin{bmatrix} E(a)^{n-1} & E(c)^{n-1} \\ E(d)^{n-1} & E(b)^{n-1} \end{bmatrix}_{(u,v)}$においてa, b, c, dの値が任意（ランダム）に設定される

【請求項７】　請求項６記載の閾値マトリクスの作成方法であって、
工程（ａ）は、さらに、２×２基本サブマトリクスS^1内の成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの組み合わせを、０と１とが互いに対角に配置されるとともに、２と３も互いに対角に配置される８通りの組み合わせの中からランダムに選択する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項８】　請求項４ないし７のいずれかに記載の閾値マトリクスの作成方法であって、
さらに、（ｂ）閾値配列が互いに異なる複数のM×M閾値マトリクスを生成する工程と、（ｃ）前記複数のM×M閾値マトリクスを配列して得られるL1 ×L2 閾値マトリクス（L1 ，L2 はそれぞれMの整数倍の整数）を生成する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項９】　請求項４ないし８のいずれかに記載の閾値マトリクスの作成方法であって、
M×M閾値マトリクス内における最大値が（M^2 －２）であるか、または、最小値が１である閾値マトリクスの作成方法。

【請求項１０】　請求項９記載の閾値マトリクスの作成方法であって、
M×M閾値マトリクス内のM^2 個の閾値は、０〜（M^2 －２）または１〜（M^2 －１）の範囲のすべての閾値が少なくとも１回出現し、１つの閾値は２回出現する分布を有する、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項１１】　請求項８記載の閾値マトリクスの作成方法であって、
工程（ｂ）は、各M×M閾値マトリクス内の最大値（M

^{2} －１）または最小値０をそれぞれ０～（M^{2} －２）または１～（M^{2} －１）の範囲からランダムに選択された値に置き換えることによって、閾値配列が互いに異なる複数のM×M閾値マトリクスを生成する工程を含む、閾値マトリクスの作成方法。

【請求項１２】　多階調画像データを所定の閾値マトリクスと比較することによって２値化画像データを生成する方法であって、（ａ）請求項１ないし１１のいずれかに記載の閾値マトリクスを記憶する第１のメモリを準備する工程と、（ｂ）前記第１のメモリに記憶された閾値マトリクス内の閾値を多階調画像データと比較することによって、前記多階調画像データを２値化する工程と、を備えることを特徴とする画像の２値化方法。

【請求項１３】　請求項１２記載の画像の２値化方法であって、
多階調画像データは複数の色成分を含み、
工程（ａ）は、前記複数の色成分に対してそれぞれ異なる閾値マトリクスを作成して第１のメモリに記憶する工程を含み、
工程（ｂ）は、（１）多階調画像データの複数の色成分のそれぞれに応じた前記閾値マトリクスから閾値を読出す工程と、（２）読出された前記閾値とその閾値に対応する色成分の前記多階調画像データとを比較することによって、前記多階調画像データの各色成分をそれぞれ２値化する工程と、を含む画像の２値化方法。

【請求項１４】　請求項１２記載の画像の２値化方法であって、
多階調画像データは複数の色成分を含み、
工程（ａ）は、閾値マトリクスを画像平面上に適用する際のオフセットアドレスを前記複数の色成分に対してそれぞれ異なる値に設定する工程を含み、
工程（ｂ）は、（１）多階調画像データの複数の色成分のそれぞれについて、前記オフセットアドレスに応じて前記閾値マトリクスから閾値を読出す工程と、（２）読出された前記閾値とその閾値に対応する色成分の前記多階調画像データとを比較することによって、前記多階調画像データの各色成分をそれぞれ２値化する工程と、を含む画像の２値化方法。

【請求項１５】　請求項１４記載の画像の２値化方法であって、
工程（ａ）は、さらに、複数の色成分に対するオフセットアドレスを記憶する第２のメモリを準備する工程を含み、
工程（１）は、前記多階調画像データの色成分に応じて前記第２のメモリから前記オフセットアドレスを読出すとともに、該読出されたオフセットアドレスに応じて前記第１のメモリから閾値を読出す工程を含む、画像の２値化方法。

【請求項１６】　請求項１４記載の画像の２値化方法であって、
工程（ａ）は、さらに、複数の色成分に対するオフセットアドレスに応じて閾値分布をずらすことによって各色成分毎に前記閾値マトリクスを生成し、第１のメモリに記憶する工程を含み、
工程（１）は、前記多階調画像データの色成分に応じて前記第１のメモリから閾値を読出す工程を含む、画像の２値化方法。

【請求項１７】　請求項１４ないし１６のいずれかに記載の画像の２値化方法であって、
複数の色成分に対するオフセットアドレスは、少なくとも同一の走査線上において互いに異なる値を有する、画像の２値化方法。

【請求項１８】　多階調画像データを所定の閾値マトリクスと比較することによって２値化画像データを生成する装置であって、
請求項１ないし１１のいずれかに記載の閾値マトリクスを記憶する第１のメモリと、
前記第１のメモリに記憶された閾値マトリクス内の閾値を読出す読出手段と、
前記読出手段で読出された閾値を多階調画像データと比較することによって、前記多階調画像データを２値化する比較手段と、を備えることを特徴とする画像の２値化装置。

【請求項１９】　請求項１８記載の画像の２値化装置であって、
多階調画像データは複数の色成分を含み、
第１のメモリは、前記複数の色成分に対してそれぞれ異なる閾値マトリクスを記憶し、
読出手段は、多階調画像データの複数の色成分のそれぞれに応じた前記閾値マトリクスから閾値を読出す手段を含む、画像の２値化装置。

【請求項２０】　請求項１８記載の画像の２値化装置であって、
多階調画像データは複数の色成分を含み、
前記２値化装置は、さらに、
複数の色成分に対するオフセットアドレスを記憶する第２のメモリを備え、
読出手段は、
前記多階調画像データの色成分に応じて前記第２のメモリから前記オフセットアドレスを読出す第１の手段と、
該読出されたオフセットアドレスに応じて前記第１のメモリから閾値を読出す第２の手段とを含む、画像の２値化装置。

【請求項２１】　請求項１８記載の画像の２値化装置であって、
多階調画像データは複数の色成分を含み、
第１のメモリは、複数の色成分に対するオフセットアドレスに応じて閾値分布をずらすことによって各色成分毎に生成された閾値マトリクスを記憶し、
読出手段は、前記多階調画像データの色成分に応じて前

記第１のメモリから閾値を読出す手段を含む、画像の２値化装置。

【請求項２２】　請求項２０または２１記載の画像の２値化装置であって、
複数の色成分に対するオフセットアドレスは、少なくとも同一の走査線上において互いに異なる値を有する、画像の２値化装置。

【請求項２３】　請求項１２記載の画像の２値化方法であって、
工程（ｂ）は、（１）閾値マトリクスを画像平面上に適用する際のオフセットアドレスを、前記画像平面上の座標位置に応じて異なる値に設定する工程と、（２）前記オフセットアドレスに応じて前記閾値マトリクスから閾値を読出す工程と、を含む画像の２値化方法。

【請求項２４】　請求項２３記載の画像の２値化方法であって、
工程（１）は、オフセットアドレスの値を副走査方向の所定の周期毎に切換える工程、を備える画像の２値化方法。

【請求項２５】　請求項１２記載の画像の２値化方法であって、
工程（ｂ）は、（１）画像平面上の座標位置に応じて異なる被演算値を生成する工程と、（２）前記閾値マトリクスから読み出された閾値と前記被演算値とに対して所定の演算を行なうことによって閾値を修正する工程と、を含む画像の２値化方法。

【請求項２６】　請求項２５記載の画像の２値化方法であって、
工程（２）は、閾値と被演算値との間で加算または減算を行なう工程、を含む画像の２値化方法。

【請求項２７】　請求項２５記載の画像の２値化方法であって、
閾値マトリクスは０～（M^2 －２）（ここでMは2^Nの整数，Nは２以上の整数）の範囲の閾値を含む閾値マトリクスであり、
工程（２）は、前記閾値と被演算値とを加算して、２Ｎビットの２進数で表わされた加算結果に桁上げが生じない閾値に関しては１を減算する工程、を含む画像の２値化方法。

【請求項２８】　請求項２５記載の画像の２値化方法であって、
工程（２）は、被演算値と閾値の互いに対応する各ビットの論理演算を行なうことによって、前記閾値の各ビットを前記被演算値の各ビットのレベルに応じて反転する工程、を含む画像の２値化方法。

【請求項２９】　請求項１８記載の画像の２値化装置であって、
読出手段は、
閾値マトリクスを画像平面上に適用する際のオフセットアドレスを、前記画像平面上の座標位置に応じて異なる値に設定するオフセットアドレス発生手段と、
前記オフセットアドレスに応じて前記閾値マトリクスから閾値を読出す手段と、を含む画像の２値化装置。

【請求項３０】　請求項２９記載の画像の２値化装置であって、
オフセットアドレス発生手段は、オフセットアドレスの値を副走査方向の所定の周期毎に切換える手段、を備える画像の２値化装置。

【請求項３１】　請求項１８記載の画像の２値化装置であって、
読出手段は、
画像平面上の座標位置に応じて異なる被演算値を生成する被演算値発生手段と、
前記閾値マトリクスから読み出された閾値と前記被演算値とに対して所定の演算を行なうことによって閾値を修正する演算手段と、を含む画像の２値化装置。

【請求項３２】　請求項３１記載の画像の２値化装置であって、
演算手段は、閾値と被演算値との間で加算または減算を行なう算術演算手段、を含む画像の２値化装置。

【請求項３３】　請求項３１記載の画像の２値化装置であって、
閾値マトリクスは０～（M^2 －２）（ここでMは2^Nの整数，Nは２以上の整数）の範囲の閾値を含む閾値マトリクスであり、
演算手段は、前記閾値と被演算値とを加算して、２Ｎビットの２進数で表わされた加算結果に桁上げが生じない閾値に関しては１を減算する手段、を含む画像の２値化装置。

【請求項３４】　請求項３１記載の画像の２値化装置であって、
演算手段は、被演算値と閾値の互いに対応する各ビットの論理演算を行なうことによって、前記閾値の各ビットを前記被演算値の各ビットのレベルに応じて反転する論理演算手段、を含む画像の２値化装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】この発明は、多階調画像データをハーフトーン画像データに２値化する際に使用される閾値マトリクスの作成方法、並びに、閾値マトリクスを用いた画像の２値化方法および装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】印刷の分野では、連続調画像を再現するために、いわゆる網点を使用して連続調画像を２値化するのが普通である。網点は、濃度が高い領域では大きな面積を有し、濃度が低い領域では小さな面積を有するように生成される。このような多数の網点が配列された印刷物を肉眼で観察すると、元の連続調画像と同様の濃度の高低のある画像が見える。

【０００３】カラーの印刷物を作成するための複数の色

版では、色版相互間で生ずるモアレを防止するために、各色版のスクリーン角度が互いに異なる値に設定される。ＹＭＣＫの４色の色版を使用する場合には、例えば０°，１５°，７５°，４５°のスクリーン角度がそれぞれ設定される。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】しかし、網点によって連続調画像を再現する技術では、画像内のシャープなエッジ（絵柄内の細線や文字などのエッジ）を十分に再現できない場合があるという問題があった。

【０００５】また、ロゼットパターンとよばれる干渉模様や、カラー印刷物を再現する場合に元の印刷物の各色の網点パターンと複数の色版の網点パターンとの干渉に起因するモアレなどが十分に防止できない場合があるという問題もあった。

【０００６】この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、従来の網点による技術に比べて画像内のシャープなエッジを良好に再現することを目的とする。

【０００７】この発明は、さらに、ロゼットパターンやカラー印刷物を再現する場合のモアレなどの干渉模様の発生を十分に防止することを他の目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段および作用】上述の課題を解決するため、この発明の請求項１に記載した閾値マトリクスの作成方法は、（ａ）閾値マトリクス領域を互いに等しいサイズの複数のサブマトリクスに分割し、各サブマトリクス内に含まれる複数の閾値同士の差分を所定の値に設定するとともに、各サブマトリクスにおいて前記複数の閾値をランダムに配置する工程、を備える。

【０００９】各サブマトリクス内の複数の閾値をランダムに配置するので、従来の網点のための閾値マトリクスに比べて閾値分布の空間周波数が高い。従って、このような閾値マトリクスを用いて２値化を行なえば、従来の網点による技術に比べて画像内のシャープなエッジを良好に再現することができる。

【００１０】なお、この発明において「ランダム」とは一見して規則性の無い状態を言い、乱数に従って決定された状態で無くてもよく、また、ある種の制限が課されていても良い。例えば、複数通りの選択肢の中から規則性無く選択する場合も「ランダムに選択する」と呼ぶ。

【００１１】請求項２に記載された閾値マトリクスの作成方法では、閾値マトリクスはM1×M2 閾値マトリクス（M1，M2 はそれぞれ偶数）であり、工程（ａ）は、M1 ×M2 マトリクス領域内に含まれる各２×２サブマトリクス内の４つの閾値の配列を、比較的小さな２つの閾値同士を対角に配置するとともに比較的大きな閾値同士を対角に配置する８通りの組み合わせの中からランダムに選択する工程を含む。

【００１２】２×２サブマトリクス内の４つの閾値の配列の上記８通りの組み合わせは、４つの閾値の任意の配列の全部の２４通りの組み合わせの中で空間周波数の比較的高い組み合わせである。従って、この８通りの中からランダムに選択すれば、閾値分布の空間周波数をより高くすることが可能である。

【００１３】請求項３に記載された閾値マトリクスの作成方法では、さらに、（ｂ）閾値配列が互いに異なる複数のM1 ×M2 閾値マトリクスを生成する工程と、（ｃ）前記複数のM1 ×M2 閾値マトリクスを配列して得られるＬ１ ×Ｌ2 閾値マトリクス（Ｌ1，Ｌ2 はそれぞれM1，M2 の整数倍の整数）を生成する工程とを含む。

【００１４】複数のM1 ×M2 閾値マトリクスを配列したＬ１ ×Ｌ2 閾値マトリクスを作成するようにすれば、繰り返しの周期がＬ１ ×Ｌ2 となりM1 ×M2 よりも大きくなる。従って、２値化画像のほぼ同一濃度の領域において、閾値マトリクスの繰り返しに起因する規則的なパターンを目立ち難くすることができる。

【００１５】請求項４に記載された閾値マトリクスの作成方法では、閾値マトリクスはM×M閾値マトリクス（Mは2^N の整数、Nは２以上の整数）であり、工程（ａ）は、M×Mマトリクス領域内に含まれる各２×２サブマトリクスＴij（ｉ，ｊは前記M×Mマトリクス領域内における２×２サブマトリクスＴijの座標を示す）内の閾値の配置を数式１に従って設定するとともに、各座標（ｉ，ｊ）において整数ａij，ｂij，ｃij，ｄijの値の組み合わせをランダムに決定する工程、を含む。

【００１６】請求項５に記載された閾値マトリクスの作成方法では、工程（ａ）は、さらに、前記各座標（ｉ，ｊ）における整数ａij，ｂij，ｃij，ｄijの値の組み合わせを、０と１とが互いに対角に配置されるとともに、２と３も互いに対角に配置される８通りの組み合わせの中からランダムに選択する工程を含む。

【００１７】請求項６に記載された閾値マトリクスの作成方法では、閾値マトリクスはM×M閾値マトリクス（Mは2^N の整数、Nは２以上の整数）であり、工程（ａ）は、数式２によって表わされるマトリクス$TM_{M\times M}$ をM×M閾値マトリクスとして、２×２基本サブマトリクスS^1 内の成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値の組み合わせを、前記M×M閾値マトリクス内に含まれる２×２サブマトリクス毎にランダムに決定する工程を含む。

【００１８】請求項７に記載された閾値マトリクスの作成方法では、工程（ａ）は、さらに、２×２基本サブマトリクスS^1 内の成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの組み合わせを、０と１とが互いに対角に配置されるとともに、２と３も互いに対角に配置される８通りの組み合わせの中からランダムに選択する工程を含む。

【００１９】請求項８に記載された閾値マトリクスの作成方法では、さらに、（ｂ）閾値配列が互いに異なる複数のM×M閾値マトリクスを生成する工程と、（ｃ）前

記複数のM×M閾値マトリクスを配列して得られるL1×L2 閾値マトリクス（L1, L2 はそれぞれMの整数倍の整数）を生成する工程を含む。

【００２０】請求項９に記載された閾値マトリクスの作成方法では、M×M閾値マトリクス内における最大値が（M^2 －２）であるか、または、最小値が１である。

【００２１】こうすれば、多階調画像データがM×M階調を有するデジタルデータである場合に、多階調画像データのすべての階調をM×M閾値マトリクスによって再現することができる。

【００２２】請求項１０に記載された閾値マトリクスの作成方法では、M×M閾値マトリクス内のM^2 個の閾値は、０～（M^2 －２）または１～（M^2 －１）の範囲のすべての閾値が少なくとも１回出現し、１つの閾値は２回出現する分布を有する。

【００２３】請求項１１に記載された閾値マトリクスの作成方法では、工程（ｂ）は、各M×M閾値マトリクス内の最大値（M^2 －１）または最小値をそれぞれ０～（M^2－２）または１～（M^2 －１）の範囲からランダムに選択された値に置き換えることによって、閾値配列が互いに異なる複数のM×M閾値マトリクスを生成する工程を含む。

【００２４】こうすれば、複数のM×M閾値マトリクスを全体として見たときに、M^2 階調を滑らかに再現することができる。

【００２５】請求項１２に記載した画像の２値化方法では、（ａ）請求項１ないし１１のいずれかに記載の閾値マトリクスを記憶する第１のメモリを準備する工程と、（ｂ）前記第１のメモリに記憶された閾値マトリクス内の閾値を多階調画像データと比較することによって、前記多階調画像データを２値化する工程とを備える。

【００２６】請求項１３に記載された画像の２値化方法では、多階調画像データは複数の色成分を含み、工程（ａ）は、前記複数の色成分に対してそれぞれ異なる閾値マトリクスを作成して第１のメモリに記憶する工程を含み、工程（ｂ）は、（１）多階調画像データの複数の色成分のそれぞれに応じた前記閾値マトリクスから閾値を読出す工程と、（２）読出された前記閾値とその閾値に対応する色成分の前記多階調画像データとを比較することによって、前記多階調画像データの各色成分をそれぞれ２値化する工程と、を含む。

【００２７】複数の色成分についてそれぞれ異なる閾値マトリクスを使用して２値化を行なえば、カラー印刷物を再現する場合にも、モアレやロゼットパターンなどの干渉模様の発生を十分に防止することができる。

【００２８】請求項１４に記載された画像の２値化方法では、多階調画像データは複数の色成分を含み、工程（ａ）は、閾値マトリクスを画像平面上に適用する際のオフセットアドレスを前記複数の色成分に対してそれぞれ異なる値に設定する工程を含み、工程（ｂ）は、（１）多階調画像データの複数の色成分のそれぞれについて、前記オフセットアドレスに応じて前記閾値マトリクスから閾値を読出す工程と、（２）読出された前記閾値とその閾値に対応する色成分の前記多階調画像データとを比較することによって、前記多階調画像データの各色成分をそれぞれ２値化する工程と、を含む。

【００２９】複数の色成分について互いに異なるオフセットアドレスを設定すれば、複数の色成分について同一の閾値マトリクスを使用しても、モアレやロゼットパターンなどの干渉模様の発生を十分に防止することができる。

【００３０】請求項１５に記載された画像の２値化方法では、工程（ａ）は、さらに、複数の色成分に対するオフセットアドレスを記憶する第２のメモリを準備する工程を含み、工程（１）は、前記多階調画像データの色成分に応じて前記第２のメモリから前記オフセットアドレスを読出すとともに、該読出されたオフセットアドレスに応じて前記第１のメモリから閾値を読出す工程を含む。

【００３１】請求項１６に記載された画像の２値化方法では、工程（ａ）は、さらに、複数の色成分に対するオフセットアドレスに応じて閾値分布をずらすことによって各色成分毎に前記閾値マトリクスを生成し、第１のメモリに記憶する工程を含み、工程（１）は、前記多階調画像データの色成分に応じて前記第１のメモリから閾値を読出す工程を含む。

【００３２】請求項１７に記載された画像の２値化方法では、複数の色成分に対するオフセットアドレスは、少なくとも同一の走査線上において互いに異なる値を有する。

【００３３】こうすれば、複数の色成分の２値化画像が同じパターンを有することがないので、色ずれの発生を防止できる。

【００３４】請求項１８に記載された画像の２値化装置は、請求項１ないし１１のいずれかに記載の閾値マトリクスを記憶する第１のメモリと、前記第１のメモリに記憶された閾値マトリクス内の閾値を読出す読出手段と、前記読出手段で読出された閾値を多階調画像データと比較することによって、前記多階調画像データを２値化する比較手段と、を備える。

【００３５】請求項１９に記載された画像の２値化装置では、多階調画像データは複数の色成分を含み、第１のメモリは、前記複数の色成分に対してそれぞれ異なる閾値マトリクスを記憶し、読出手段は、多階調画像データの複数の色成分のそれぞれに応じた前記閾値マトリクスから閾値を読出す手段を含む。

【００３６】請求項２０に記載された画像の２値化装置では、多階調画像データは複数の色成分を含み、前記２値化装置は、さらに、複数の色成分に対するオフセットアドレスを記憶する第２のメモリを備え、読出手段は、

前記多階調画像データの色成分に応じて前記第２のメモリから前記オフセットアドレスを読出す第１の手段と、該読出されたオフセットアドレスに応じて前記第１のメモリから閾値を読出す第２の手段とを含む。

【００３７】請求項２１に記載された画像の２値化装置では、多階調画像データは複数の色成分を含み、第１のメモリは、複数の色成分に対するオフセットアドレスに応じて閾値分布をずらすことによって各色成分毎に生成された閾値マトリクスを記憶し、読出手段は、前記多階調画像データの色成分に応じて前記第１のメモリから閾値を読出す手段を含む。

【００３８】請求項２２に記載された画像の２値化装置では、複数の色成分に対するオフセットアドレスは、少なくとも同一の走査線上において互いに異なる値を有する。

【００３９】請求項２３に記載した画像の２値化方法では、工程（ｂ）は、（１）閾値マトリクスを画像平面上に適用する際のオフセットアドレスを、前記画像平面上の座標位置に応じて異なる値に設定する工程と、（２）前記オフセットアドレスに応じて前記閾値マトリクスから閾値を読出す工程と、を含む。

【００４０】こうすれば、１つの閾値マトリクスを用いて、座標位置毎に異なる閾値パターンを発生させることができる。

【００４１】請求項２４に記載した画像の２値化方法では、工程（１）は、オフセットアドレスの値を副走査方向の所定の周期毎に切換える工程、を備える。

【００４２】こうすれば、１つの閾値マトリクスを用いて、副走査方向の所定の周期毎に異なる閾値パターンを発生させることができる。

【００４３】請求項２５に記載した画像の２値化方法では、工程（ｂ）は、（１）画像平面上の座標位置に応じて異なる被演算値を生成する工程と、（２）前記閾値マトリクスから読み出された閾値と前記被演算値とに対して所定の演算を行なうことによって閾値を修正する工程と、を含む。

【００４４】こうすれば、座標位置毎に異なる被演算値で閾値が調整されるので、座標位置毎に異なる閾値パターンを発生させることができる。

【００４５】請求項２６に記載した画像の２値化方法では、工程（２）は、閾値と被演算値との間で加算または減算を行なう工程、を含む。

【００４６】請求項２７に記載した画像の２値化方法では、閾値マトリクスは０～（M^2 －２）（ここでMは2^N の整数，Nは２以上の整数）の範囲の閾値を含む閾値マトリクスであり、工程（２）は、前記閾値と被演算値とを加算して、２Ｎビットの２進数で表わされた加算結果に桁上げが生じない閾値に関しては１を減算する工程、を含む。

【００４７】こうすれば、加算後の閾値を０～（M^2 －２）に納めることができるので、２値化画像において多階調画像データのすべての階調を再現することができる。

【００４８】請求項２８に記載した画像の２値化方法では、工程（２）は、被演算値と閾値の互いに対応する各ビットの論理演算を行なうことによって、前記閾値の各ビットを前記被演算値の各ビットのレベルに応じて反転する工程、を含む。

【００４９】この方法によっても、座標位置毎に異なる閾値パターンを発生させることができる。

【００５０】請求項２９に記載した画像の２値化装置では、読出手段は、閾値マトリクスを画像平面上に適用する際のオフセットアドレスを、前記画像平面上の座標位置に応じて異なる値に設定するオフセットアドレス発生手段と、前記オフセットアドレスに応じて前記閾値マトリクスから閾値を読出す手段と、を含む。

【００５１】請求項３０に記載した画像の２値化装置では、オフセットアドレス発生手段は、オフセットアドレスの値を副走査方向の所定の周期毎に切換える手段、を備える。

【００５２】請求項３１に記載した画像の２値化装置あ、読出手段は、画像平面上の座標位置に応じて異なる被演算値を生成する被演算値発生手段と、前記閾値マトリクスから読み出された閾値と前記被演算値とに対して所定の演算を行なうことによって閾値を修正する演算手段と、を含む。

【００５３】請求項３２に記載した画像の２値化装置では、演算手段は、閾値と被演算値との間で加算または減算を行なう算術演算手段、を含む。

【００５４】請求項３３に記載した画像の２値化装置では、閾値マトリクスは０～（M^2 －２）（ここでMは2^N の整数，Nは２以上の整数）の範囲の閾値を含む閾値マトリクスであり、演算手段は、前記閾値と被演算値とを加算して、２Ｎビットの２進数で表わされた加算結果に桁上げが生じない閾値に関しては１を減算する手段、を含む。

【００５５】請求項３４に記載した画像の２値化装置では、演算手段は、被演算値と閾値の互いに対応する各ビットの論理演算を行なうことによって、前記閾値の各ビットを前記被演算値の各ビットのレベルに応じて反転する論理演算手段、を含む。

【００５６】

【実施例】

Ａ．基本マトリクスの構成：図１は、この発明の一実施例において使用される基本の閾値マトリクスの一例を示す平面図である。図１（ａ），（ｂ），（ｃ）は、２×２、４×４、８×８の基本マトリクスBM_{2x2} ，BM_{4x4} ，BM_{8x8} をそれぞれ示している。このような基本マトリクスは、B.E.Beyer が提案した閾値配列を持つパターンである。このような基本マトリクスのいずれかを

用いて多階調画像を２値化すると、その２値化画像の空間周波数は、他の種類の閾値マトリクスを用いた２値化画像の空間周波数よりも高いことが知られている。

【００５７】図２（ａ）は４×４基本マトリクスＢＭ$_{4x4}$　を２×２サブマトリクスＴｉｊに分割した図であり、図２（ｂ）は８×８基本マトリクスＢＭ$_{8x8}$　を２×２サブマトリクスＴｉｊに分割した図である。なお、（ｉ，ｊ）は２×２サブマトリクスＴｉｊの位置を示す座標である。８×８基本マトリクスＢＭ$_{8x8}$　において、１６個の２×２サブマトリクスＴｉｊは、それぞれ４×４サブマトリクスを構成する４つのグループＧ１，Ｇ２，Ｇ３，Ｇ４に分類される。図２（ｂ）における各２×２サブマトリクスＴｉｊは、次の数式３によって表わされる。

【００５８】

【数３】

$$T_{ij}=\begin{bmatrix}0 & 32\\ 48 & 16\end{bmatrix}+k_{ij}\times\begin{bmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}0 & 2\times 2^4\\ 3\times 2^4 & 2^4\end{bmatrix}+k_{ij}\times\begin{bmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\end{bmatrix}$$

$$=2^4\begin{bmatrix}0 & 2\\ 3 & 1\end{bmatrix}+k_{ij}\times\begin{bmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\end{bmatrix}$$

ここで，

i,j：$i=1\sim4$，$j=1\sim4$

k_{ij}：0～15の互いに異なる整数であり，かつ，各ｸﾞﾙｰﾌﾟG1～G4に配置される４つの2×2サブマトリクスT_{ij}に対しては，MOD(k_{ij},GN)の値が互いに等しくなるようにk_{ij}がそれぞれ設定されている

MOD(x,y)：整数xを整数yで割った余り

GN：ｸﾞﾙｰﾌﾟの数，すなわち，４×４サブマトリクスの個数（＝４）

【００５９】数式３で示されたｋｉｊの値は、図２（ｂ）の８×８基本マトリクスＢＭ$_{8x8}$　については次の数式４の通りである。

【００６０】

【数４】

$$k_{ij}=\begin{bmatrix}0 & 8 & 2 & 10\\ 12 & 4 & 14 & 6\\ 3 & 11 & 1 & 9\\ 15 & 7 & 13 & 5\end{bmatrix}$$

【００６１】この数式４で示されたｋｉｊの配列パターンは、図１（ｂ）で示された４×４基本マトリクスＢＭ$_{4x4}$　の閾値配列パターンと一致している。

【００６２】数式３を、一般のＭ×Ｍの基本マトリクスＢＭ$_{MxM}$　（ただしＭは２^N　、Ｎは２以上の整数）に拡張すると、Ｍ×Ｍ基本マトリクスＢＭ$_{MxM}$　内の各２×２サブマトリクスＴｉｊは次の数式５によって表される。

【００６３】

【数５】

$$T_{ij}=2^{2(N-1)}\begin{bmatrix} a_{ij} & c_{ij} \\ d_{ij} & b_{ij} \end{bmatrix}+k_{ij}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ここで,

i,j : $i=1\sim\frac{M}{2}$, $j=1\sim\frac{M}{2}$

N : $2^N=M$となる2以上の整数

k_{ij} : $0\sim(\frac{M^2}{4}-1)$の互いに異なる整数であり，かつ，各4×4サブマトリクス内に配置される4個の2×2サブマトリクスT_{ij}に対しては,$MOD(k_{ij},GN)$の値が互いに等しくなるようにk_{ij}がそれぞれ設定されている

MOD(x,y) : 整数xを整数yで割った余り

GN : グループの数，すなわち，４×４サブマトリクスの個数（$=\frac{M^2}{4\times4}$）

a_{ij} : ０（i,jに依存せず一定）

b_{ij} : １（i,jに依存せず一定）

c_{ij} : ２（i,jに依存せず一定）

d_{ij} : ３（i,jに依存せず一定）

【００６４】Ｂ．実施例による閾値マトリクスの作成：この発明に従って８×８の閾値マトリクスを作成する際には、まず、図２（ｂ）に示す１６個の２×２サブマトリクスＴｉｊのそれぞれにおいて、数式５の係数ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊの値を０，１，２，３から選んでランダムに組み合わせる。なお、以下では、数式５の係数ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊのマトリクスを、単に「係数マトリクスＣＭ」と呼ぶ。

【００６５】係数マトリクスＣＭの異なるパターンは全部で２４通り存在する。図３は、２４通りのパターンの中で、好ましい８通りのパターンを示す説明図である。これらの８通りのパターンでは、比較的小さい値である０と１とが互いに対角に配置され、また、比較的大きな値である２と３も互いに対角に配置されている。なお、このようなパターンを、以下では「対角パターン」と呼ぶ。このような８通りの対角パターンは、他の１６通りのパターンよりも空間周波数が高いので、画像内のエッジをよりシャープに再現することが可能である。

【００６６】図４は、図２（ｂ）の左上部の２×２サブマトリクスＴ11と同じ閾値を含む８通りの対角パターンを示す図である。実施例で作成される８×８閾値マトリクスの２×２サブマトリクスＴ11は、これらの８通りの対角パターンの中から選択されることが好ましい。ところで、前述した数式３から理解できるように、図２（ｂ）に示す１６個の２×２サブマトリクスＴｉｊは、左上部の２×２サブマトリクスＴ11に、前述の数式４で示される定数ｋｉｊをそれぞれ加算したものである。実施例において各２×２サブマトリクスＴｉｊの閾値パターンを決定する際には、数式３の右辺第１項に含まれる基本的な２×２のパターンを、図４（または図３）に示される８つの対角パターンの中から選択することができる。

【００６７】図５は、各２×２サブマトリクスＴｉｊに関して、８通りの対角パターンの中から１つをランダムに選択して適用することによって得られた２×２サブマトリクスＴｉｊを示す図である。例えば、左上部のグループＧ１に属する４つの２×２サブマトリクスＴ11，Ｔ21，Ｔ12，Ｔ22は、それぞれ図３の（ｄ），（ｄ），（ｇ），（ｂ）に示すパターンを適用したものである。これらの４つの２×２サブマトリクスＴ11，Ｔ21，Ｔ12，Ｔ22は、次の数式６で表わすことができる。

【００６８】

【数６】

$$T_{11}=2^{2(3-1)}\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}+0\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 16 & 48 \\ 32 & 0 \end{bmatrix}$$

$$T_{21}=2^{2(3-1)}\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}+8\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 24 & 56 \\ 40 & 8 \end{bmatrix}$$

$$T_{12}=2^{2(3-1)}\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}+12\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 44 & 28 \\ 12 & 60 \end{bmatrix}$$

$$T_{22}=2^{2(3-1)}\begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}+4\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 4 & 52 \\ 36 & 20 \end{bmatrix}$$

【００６９】図５の各２×２サブマトリクスＴｉｊにおいて、４つの閾値成分を小さい順に並べたとき、その増加量（差分）は、いずれの２×２サブマトリクスＴｉｊでも１６（$=2^{2(N-1)}$，Ｎ＝３）になる。一般に、Ｍ×Ｍ閾値マトリクス内の各２×２サブマトリクスＴｉｊ内の４つの閾値の差分は、$2^{2(N-1)}$（Ｎは2^N＝Ｍとなる整数）である。これは、前述した数式５の右辺第１項に示されている。

【００７０】図６は、図５の２×２サブマトリクスＴｉｊ

で構成される８×８閾値マトリクスＴM_{8x8}　を示す図である。この８×８閾値マトリクスＴM_{8x8}　は、この発明の実施例において多階調画像データの２値化に使用される閾値マトリクスの一例である。

【００７１】なお、図５において、４つのグループＧ１～Ｇ４（４×４サブマトリクス）のそれぞれにおいて、４つの２×２サブマトリクスＴｉｊの位置をランダムに配置することもできる。各グループ（４×４サブマトリクス）内において、４つの２×２サブマトリクスＴｉｊを配置する組み合わせは２４通り存在するが、この場合にも、図３と同様な８通りの対角パターンからランダムに選択することが好ましい。図３の８通りの対角パターンは、比較的小さな２つの閾値同士、および、比較的大きな２つの閾値同士をそれぞれ対角に配置したパターンである。同様に考えて、図５のグループＧ１内の４つの２×２サブマトリクスＴｉｊを配置する際の対角パターンは、比較的閾値の小さな２×２サブマトリクスＴ11，Ｔ22を対角に配置し、比較的閾値の大きな２×２サブマトリクスＴ21，Ｔ12を対角に配置するようなパターンである。ここで、各２×２サブマトリクスＴｉｊを、閾値の組という意味で「閾値セット」と呼ぶことにする。このとき、対角パターンは、一般に、比較的小さな２つの閾値＊セット同士、および、比較的大きな２つの閾値セット同士をそれぞれ対角に配置したパターンであると定義することができる。なお、閾値セットがより大きなマトリクス（例えば４×４マトリクス）である場合にも、同様に対角パターンを考えることができる。

【００７２】図５に示す各グループＧ１～Ｇ４（４×４サブマトリクス）内の４つの２×２サブマトリクスＴｉｊの位置を、８通りの対角パターンの中からランダムに選択した場合の例を図７に示す。図７において、各グループＧ１～Ｇ４（４×４サブマトリクス）に含まれる４つの２×２サブマトリクス同士の閾値の差分は、いずれのグループでも４（＝M^2　／４×４，Ｍ＝８）である。

【００７３】さらに、４つのグループＧ１～Ｇ４同士（すなわち、４つの４×４サブマトリクス同士）の配置を２４通りの組み合わせの中の任意の１つから選択するようにしても良い。この場合も、８通りの対角パターンの中の１つを選択することが好ましい。

【００７４】以上のようにして得られた８×８閾値マトリクスＴM_{8x8}　内の各２×２サブマトリクスＴｉｊは、次の数式７のように表すことができる。

【００７５】

【数７】

$$T_{ij} = 2^{2(N-1)}\begin{bmatrix} a_{ij} & c_{ij} \\ d_{ij} & b_{ij} \end{bmatrix} + k_{ij}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ここで,

i, j : $i=1\sim\frac{M}{2}$, $j=1\sim\frac{M}{2}$

N : $2^N=M$となる2以上の整数

k_{ij} : $0\sim(\frac{M^2}{4}-1)$の互いに異なる整数であり，かつ，各4×4サブマトリクス内に配置される4個の2×2サブマトリクスT_{ij}に対しては,MOD(k_{ij},GN)の値が互いに等しくなるようにk_{ij}がそれぞれ設定される

MOD(x,y) : 整数xを整数yで割った余り

GN : M×Mマトリクスに含まれる４×４サブマトリクスの個数 $(=\frac{M^2}{4\times4})$

$a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}$: 各2×2サブマトリクスT_{ij}において，0～3のいずれか1つの値をとる互いに異なる整数

【００７６】換言すれば、この数式７は、基本マトリクスＢＭを表す数式５において、係数マトリクスＣＭ（ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊの２×２マトリクス）の各成分ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊの値を一定値とせずに、各成分ａｉｊ，ｂｉｊ，ｃｉｊ，ｄｉｊの値を０～３の中からランダムに選んで配置したものでもある。なお、数式７は前述した数式１と同じものである。

【００７７】図７の閾値の配列は、数式７において、係数ｋｉｊの値を次の数式８のように設定したものである。

【００７８】

【数８】

$$k_{ij} = \begin{bmatrix} 4 & 8 & 2 & 14 \\ 12 & 0 & 10 & 6 \\ 3 & 11 & 13 & 1 \\ 15 & 7 & 5 & 9 \end{bmatrix}$$

【００７９】Ｃ．実施例における閾値マトリクスの他の表現方法：図１（ｃ）および図２（ｂ）に示す８×８基本マトリクスＢM_{8x8}　は、次の数式９によって表現することも可能である。

【００８０】

【数９】

$$BM_{8x8}=S^3=\begin{bmatrix}S^2 & S^2\\ S^2 & S^2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}E(0)^2 & E(2)^2\\ E(3)^2 & E(1)^2\end{bmatrix}$$

$$S^2=\begin{bmatrix}S^1 & S^1\\ S^1 & S^1\end{bmatrix}+2^2\begin{bmatrix}E(0)^1 & E(2)^1\\ E(3)^1 & E(1)^1\end{bmatrix}$$

$$S^1=\begin{bmatrix}S^0 & S^0\\ S^0 & S^0\end{bmatrix}+2^4\begin{bmatrix}0 & 2\\ 3 & 1\end{bmatrix}$$

$$S^0=0$$

ただし，$E(0)^{n-1}, E(1)^{n-1}, E(2)^{n-1}, E(3)^{n-1}$（ｎは１～３の整数）は，それぞれすべての成分が0,1,2,3である2^{n-1}次の正方マトリクス

例えば，$\begin{bmatrix}E(0)^1 & E(2)^1\\ E(3)^1 & E(1)^1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 0 & 2 & 2\\ 0 & 0 & 2 & 2\\ 3 & 3 & 1 & 1\\ 3 & 3 & 1 & 1\end{bmatrix}$ である

【００８１】マトリクスS^1は２×２サブマトリクスＴｉｊの基本パターンを示しており、同様に、S^2は４×４サブマトリクス（すなわちグループＧ１～Ｇ４）の基本パターン（すなわち、４×４サブマトリクス）を示し、S^3は８×８マトリクス（すなわち８×８基本マトリクスＢM_{8x8}）を示している。この明細書では、基本閾値マトリクスＢＭの中で、２×２以上で最も小さいサイズのサブマトリクスを「基本サブマトリクス」と呼ぶ。８×８基本マトリクスＢM_{8x8}では、２×２サブマトリクスＳ^{1}が基本サブマトリクスである。９×９基本マトリクスでは、３×３サブマトリクスが基本サブマトリクスになる。上述の数式９は８×８基本マトリクスＢM_{8x8}を表わしているが、これを一般のM×M基本マトリクスＢM_{MxM}に拡張すると、次の数式１０のように表わすことができる。

【００８２】

【数１０】

$$BM_{M\times M}=S^{N}=\begin{bmatrix}S^{N-1} & S^{N-1}\\ S^{N-1} & S^{N-1}\end{bmatrix}+2^{0}\begin{bmatrix}E(a)^{N-1} & E(c)^{N-1}\\ E(d)^{N-1} & E(b)^{N-1}\end{bmatrix}$$

$$S^{N-1}=\begin{bmatrix}S^{N-2} & S^{N-2}\\ S^{N-2} & S^{N-2}\end{bmatrix}+2^{2}\begin{bmatrix}E(a)^{N-2} & E(c)^{N-2}\\ E(d)^{N-2} & E(b)^{N-2}\end{bmatrix}$$

$$\cdots$$

$$S^{3}=\begin{bmatrix}S^{2} & S^{2}\\ S^{2} & S^{2}\end{bmatrix}+2^{2(N-3)}\begin{bmatrix}E(a)^{2} & E(c)^{2}\\ E(d)^{2} & E(b)^{2}\end{bmatrix}$$

$$S^{2}=\begin{bmatrix}S^{1} & S^{1}\\ S^{1} & S^{1}\end{bmatrix}+2^{2(N-2)}\begin{bmatrix}E(a)^{1} & E(c)^{1}\\ E(d)^{1} & E(b)^{1}\end{bmatrix}$$

$$S^{1}=\begin{bmatrix}S^{0} & S^{0}\\ S^{0} & S^{0}\end{bmatrix}+2^{2(N-1)}\begin{bmatrix}E(a)^{0} & E(c)^{0}\\ E(d)^{0} & E(b)^{0}\end{bmatrix}$$

$$S^{0}=0$$

ここで,

$E(a)^{n-1}, E(b)^{n-1}, E(c)^{n-1}, E(d)^{n-1}$（nは１～Nの整数）は，すべての成分がそれぞれa, b, c, dである2^{n-1}次の正方マトリクス

a, b, c, dはそれぞれ0, 1, 2, 3

（2^{n}次のﾏﾄﾘｸｽS^{n}に含まれる$\begin{bmatrix}E(a)^{n-1} & E(c)^{n-1}\\ E(d)^{n-1} & E(b)^{n-1}\end{bmatrix}$を係数マトリクスＣ$M^{n}$と呼ぶ）

【００８３】数式１０において、2^{n} 次のマトリクスS^{n} に含まれる係数マトリクスCM^{n}は、４つの2^{n-1} 次のマトリクスS^{n-1} にそれぞれ加算する値を示している。なお、前述した数式９は、数式１０において、Ｍ＝８，Ｎ＝３，ａ＝０，ｂ＝１，ｃ＝２，ｄ＝３とした場合に相当する。

【００８４】一般に、Ｍ×Ｍ基本マトリクス$BM_{M\times M}$ を数式１０によって表現した場合には、図５および図６に示す８×８閾値マトリクス$TM_{8\times 8}$ は、次の手順で作成できる。まず、８×８マトリクス（2^{3} 次のマトリクスS^{3} ）に含まれる係数マトリクスCM^{3} の各成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値をそれぞれ０，１，２，３に設定する。この結果、マトリクスS^{3} は次の数式１１で表わされる。

【００８５】

【数１１】

$$S^{3}=\begin{bmatrix}S^{2}_{(1,1)} & S^{2}_{(2,1)}\\ S^{2}_{(1,2)} & S^{2}_{(2,2)}\end{bmatrix}+2^{0}\underbrace{\begin{bmatrix}0&0&0&0&2&2&2&2\\0&0&0&0&2&2&2&2\\0&0&0&0&2&2&2&2\\0&0&0&0&2&2&2&2\\3&3&3&3&1&1&1&1\\3&3&3&3&1&1&1&1\\3&3&3&3&1&1&1&1\\3&3&3&3&1&1&1&1\end{bmatrix}}_{\text{係数マトリクス}CM^{3}}$$

【００８６】この時点では、マトリクスS^{3} に含まれる４つのマトリクス$S^{2}_{(u,v)}$ （４×４マトリクス）の内容は決定されていない。次に、数式１１に含まれる４つのマトリクス$S^{2}_{(u,v)}$ のそれぞれに含まれる係数マトリクスCM^{2} （数式１０）の各成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値をそれぞれ０，１，２，３に設定する。この結果、マトリクスＳ3 は次の数式１２で表わされる。

【００８７】

【数１２】

$$
S^3=\begin{bmatrix}
\begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}_{(1,1)} + 2^2\begin{bmatrix} 0&0&2&2\\0&0&2&2\\3&3&1&1\\3&3&1&1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}_{(2,1)} + 2^2\begin{bmatrix} 0&0&2&2\\0&0&2&2\\3&3&1&1\\3&3&1&1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}_{(1,2)} + 2^2\underbrace{\begin{bmatrix} 0&0&2&2\\0&0&2&2\\3&3&1&1\\3&3&1&1 \end{bmatrix}}_{CM^2} & \begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}_{(2,2)} + 2^2\underbrace{\begin{bmatrix} 0&0&2&2\\0&0&2&2\\3&3&1&1\\3&3&1&1 \end{bmatrix}}_{CM^2}
\end{bmatrix}
$$

$$
+2^0\underbrace{\begin{bmatrix}
0&0&0&0&2&2&2&2\\
0&0&0&0&2&2&2&2\\
0&0&0&0&2&2&2&2\\
0&0&0&0&2&2&2&2\\
3&3&3&3&1&1&1&1\\
3&3&3&3&1&1&1&1\\
3&3&3&3&1&1&1&1\\
3&3&3&3&1&1&1&1
\end{bmatrix}}_{\text{係数マトリクス}CM^3}
$$

【００８８】最後に、数式１２に含まれる１６個のマトリクスS^1（２×２マトリクス）のそれぞれに含まれる係数マトリクスCM^1（数式１０）の各成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値の組み合わせをランダムに設定する。この結果、８×８マトリクスS^3は次の数式１３で表わされる。

【００８９】

【数１３】

$$
S^3=2^4\underbrace{\begin{bmatrix}
1&3&1&3&0&2&2&1\\
2&0&2&0&3&1&0&3\\
2&1&0&3&0&3&1&2\\
0&3&2&1&2&1&3&0\\
0&2&2&0&0&3&1&2\\
3&1&1&3&2&1&3&0\\
3&1&0&3&0&2&0&3\\
0&2&2&1&3&1&2&1
\end{bmatrix}}_{\text{係数マトリクス}CM^1\text{が１６組}}
$$

$$
+2^2\underbrace{\begin{bmatrix}
0&0&2&2&0&0&2&2\\
0&0&2&2&0&0&2&2\\
3&3&1&1&3&3&1&1\\
3&3&1&1&3&3&1&1\\
0&0&2&2&0&0&2&2\\
0&0&2&2&0&0&2&2\\
3&3&1&1&3&3&1&1\\
3&3&1&1&3&3&1&1
\end{bmatrix}}_{\text{係数マトリクス}CM^2\text{が４組}}
$$

$$
+2^0\underbrace{\begin{bmatrix}
0&0&0&0&2&2&2&2\\
0&0&0&0&2&2&2&2\\
0&0&0&0&2&2&2&2\\
0&0&0&0&2&2&2&2\\
3&3&3&3&1&1&1&1\\
3&3&3&3&1&1&1&1\\
3&3&3&3&1&1&1&1\\
3&3&3&3&1&1&1&1
\end{bmatrix}}_{\text{係数マトリクス}CM^3\text{が１組}}
$$

【００９０】数式１３のマトリクスの各要素の値を実際に計算すると、図５および図６に示すマトリクスが得られる。数式１３から解るように、係数マトリクスCM^1の各成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値は、定数2^4に乗算される値である。同様に、係数マトリクスCM^2の各成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値は定数2^2に乗算される値であり、係数マトリクスCM^3の各成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値は定数2^0（＝１）に乗算される値である。一般には、Ｍ×Ｍマトリクス内の2^n次のマトリクスS^n（数式１０の等式）に含まれる係数マトリクスCM^n（ｎは１～Ｎの整数であり、Ｎは2^N＝Ｍとなる整数）は、定数$2^{2(N-n)}$に乗算される値である。

【００９１】また、数式１２と数式１３を比較すれば解るように、上述のようにして閾値マトリクスを作成する際には、2^3次のマトリクスS^3に含まれる１６個のマトリクス$S^1_{(u,v)}$（数式１２参照）のそれぞれの内容が異なっている。同様に、マトリクスS^3に含まれる４個のマトリクス$S^2_{(u,v)}$（数式１１参照）のそれぞれを異なるようにしてもよい。従って、実施例による８×８閾値マトリクスTM_{8x8}は、次の数式１４で表現することができる。

【００９２】

【数１４】

$$TM_{8\times8}=S^3_{(1,1)}=\left[\begin{matrix}S^2_{(1,1)} & S^2_{(2,1)}\\ S^2_{(1,2)} & S^2_{(2,2)}\end{matrix}\right]+2^0\left[\begin{matrix}E(a)^2 & E(c)^2\\ E(d)^2 & E(b)^2\end{matrix}\right]_{(1,1)}$$

$$S^2_{(u,v)}=\left[\begin{matrix}S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)}\\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)}\end{matrix}\right]+2^2\left[\begin{matrix}E(a)^1 & E(c)^1\\ E(d)^1 & E(b)^1\end{matrix}\right]_{(u,v)}$$

$$S^1_{(u,v)}=\left[\begin{matrix}S^0_{(1,1)} & S^0_{(2,1)}\\ S^0_{(1,2)} & S^0_{(2,2)}\end{matrix}\right]+2^4\left[\begin{matrix}E(a)^0 & E(c)^0\\ E(d)^0 & E(b)^0\end{matrix}\right]_{(u,v)}$$

$$S^0_{(u,v)}=0$$

$E(a)^{n-1}, E(b)^{n-1}, E(c)^{n-1}, E(d)^{n-1}$：nが１～３の時，すべての成分がそれぞれa, b, c, dである2^{n-1}次の正方マトリクス

a, b, c, d：0～3のいずれか1つの値をとる互いに異なる整数であり，各座標(u,v)における係数マトリクス$\left[\begin{matrix}E(a)^{n-1} & E(c)^{n-1}\\ E(d)^{n-1} & E(b)^{n-1}\end{matrix}\right]_{(u,v)}$においてa, b, c, dの値が任意（ランダム）に設定される

【００９３】数式１４をM×M閾値マトリクスTM$_{M\times M}$に拡張すると、次の数式１５が得られる。なお、数式１５は前述した数式２と同じものである。

【００９４】
【数１５】

ｎが１～Ｎの整数（Nは$2^N=M$となる2以上の整数）としたとき，2^n次の正方マトリクス$S^n_{(u,v)}$を，次の一般式

$$S^n_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^{(n-1)}_{(1,1)} & S^{(n-1)}_{(2,1)} \\ S^{(n-1)}_{(1,2)} & S^{(n-1)}_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^{2(N-n)}\begin{bmatrix} E(a)^{(n-1)} & E(c)^{(n-1)} \\ E(d)^{(n-1)} & E(b)^{(n-1)} \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

とすると，Ｍ×Ｍ閾値マトリクス$TM_{M\times M}$は，次の漸化式で与えられる2^N次の正方マトリクスである。

$$TM_{M\times M}=S^N_{(1,1)}=\begin{bmatrix} S^{(N-1)}_{(1,1)} & S^{(N-1)}_{(2,1)} \\ S^{(N-1)}_{(1,2)} & S^{(N-1)}_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^0\begin{bmatrix} E(a)^{(N-1)} & E(c)^{(N-1)} \\ E(d)^{(N-1)} & E(b)^{(N-1)} \end{bmatrix}_{(1,1)}$$

$$S^{(N-1)}_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^{(N-2)}_{(1,1)} & S^{(N-2)}_{(2,1)} \\ S^{(N-2)}_{(1,2)} & S^{(N-2)}_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^2\begin{bmatrix} E(a)^{(N-2)} & E(c)^{(N-2)} \\ E(d)^{(N-2)} & E(b)^{(N-2)} \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$\cdots$$

$$S^2_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^{2(N-2)}\begin{bmatrix} E(a)^1 & E(c)^1 \\ E(d)^1 & E(b)^1 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^1_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^0_{(1,1)} & S^0_{(2,1)} \\ S^0_{(1,2)} & S^0_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^{2(N-1)}\begin{bmatrix} E(a)^0 & E(c)^0 \\ E(d)^0 & E(b)^0 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^0_{(u,v)}=0$$

$E(a)^{(n-1)}, E(b)^{(n-1)}, E(c)^{(n-1)}, E(d)^{(n-1)}$：ｎが１～Ｎの時，すべての成分がそれぞれa, b, c, dである$2^{(n-1)}$次の正方マトリクス

a, b, c, d：0～3のいずれか1つの値をとる互いに異なる整数であり，各座標(u,v)における係数マトリクス$\begin{bmatrix} E(a)^{n-1} & E(c)^{n-1} \\ E(d)^{n-1} & E(b)^{n-1} \end{bmatrix}_{(u,v)}$においてa, b, c, dの値が任意（ランダム）に設定される

【００９５】Ｄ．実施例の閾値マトリクスによる効果：図８は、図１（ｃ）に示す８×８基本マトリクスＢＭ$_{8x8}$と、図６に示す８×８閾値マトリクスＴＭ$_{8x8}$と、０～６３の閾値を単にランダムに配置した８×８マトリクスとを比較して示す図である。この実施例では、画像データＩＤと閾値ＴＤとの関係に応じて、次のような不等式（１ａ），（１ｂ）により各スポット（マトリクス内の１単位）のオン／オフが決定される。

画像データＩＤ＞閾値ＴＤ：オン（黒）　　…（１ａ）

画像データＩＤ≦閾値ＴＤ：オフ（白）　　…（１ｂ）

【００９６】図８（ｄ），（ｅ），（ｆ）は、図８（ａ），（ｂ），（ｃ）の３つのマトリクスに対して一様な画像データＩＤ＝３２（濃度が５０％）を適用した場合のオン／オフのパターンであり、閾値が３２未満のスポットは黒化されている。図８（ｄ）に示すように、基本マトリクスＢＭを使用した場合には、格子状の規則的な模様が発生していることが解る。このように、基本マトリクスＢＭを使用した場合には、ほぼ一様な濃度の画像領域において、画像の内容とは関係の無い規則的な模様が発生し易い傾向にある。一方、この発明の実施例による８×８閾値マトリクスＴＭを使用した場合、および、完全にランダムなマトリクスを使用した場合には、規則的な模様は発生していない。ところで、実施例による８×８閾値マトリクスＴＭを使用した場合には、連続

する黒画素の部分（黒部分）が２×２を越える大きさを有していないのに対して、完全にランダムなマトリクスを使用した場合には、２×３または３×２以上の大きなサイズの黒部分が生じている。従って、実施例による８×８閾値マトリクスＴＭ（図８（ｂ））は、完全にランダムなマトリクス（図８（ｃ））に比べて空間周波数が高いことが解る。

【００９７】図８（ｅ），（ｆ）の２つのパターンを肉眼で比較すると、異なる濃度の画像として観察される。実施例による８×８閾値マトリクスＴＭでは画像データＩＤにほぼ比例して黒部分のサイズが増大して行くのに対して、完全にランダムなマトリクスでは黒部分のサイズが必ずしも画像データＩＤに比例しない傾向にある。＊従って、実施例による８×８閾値マトリクスＴＭの方が、完全にランダムなマトリクスに比べて、中間調をより滑らかに再現できるという利点がある。このように、元の画像に含まれていない規則的な模様が発生することがなく、しかも階調再現が滑らかであるという８×８閾値マトリクスＴＭの利点は、前述した数式１５において、$E(a)^{n-1}$，$E(b)^{n-1}$，$E(c)^{n-1}$，$E(d)^{n-1}$ で構成される係数マトリクスCM^nを８通りの対角パターンから選択したことに起因する効果である。なお、係数マトリクスCM^nの８通りの対角パターンは、次の数式１６のように表わされる。

【００９８】

【数１６】

$$CM^n=\begin{bmatrix} E(a)^{n-1} & E(c)^{n-1} \\ E(d)^{n-1} & E(b)^{n-1} \end{bmatrix}\text{は次の８つの対角パターンのいずれか１つ}$$

$$\begin{bmatrix} E(0)^{n-1} & E(2)^{n-1} \\ E(3)^{n-1} & E(1)^{n-1} \end{bmatrix},\begin{bmatrix} E(0)^{n-1} & E(3)^{n-1} \\ E(2)^{n-1} & E(1)^{n-1} \end{bmatrix},\begin{bmatrix} E(2)^{n-1} & E(0)^{n-1} \\ E(1)^{n-1} & E(3)^{n-1} \end{bmatrix},\begin{bmatrix} E(3)^{n-1} & E(0)^{n-1} \\ E(1)^{n-1} & E(2)^{n-1} \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} E(1)^{n-1} & E(2)^{n-1} \\ E(3)^{n-1} & E(0)^{n-1} \end{bmatrix},\begin{bmatrix} E(1)^{n-1} & E(3)^{n-1} \\ E(2)^{n-1} & E(0)^{n-1} \end{bmatrix},\begin{bmatrix} E(2)^{n-1} & E(1)^{n-1} \\ E(0)^{n-1} & E(3)^{n-1} \end{bmatrix},\begin{bmatrix} E(3)^{n-1} & E(1)^{n-1} \\ E(0)^{n-1} & E(2)^{n-1} \end{bmatrix}$$

ただし，$E(0)^{n-1}, E(1)^{n-1}, E(2)^{n-1}, E(3)^{n-1}$はそれぞれすべての成分が0,1,2,3の$2^{n-1}$次の正方マトリクスである。

【００９９】Ｅ．実施例による他の閾値マトリクス：上記実施例では、８×８閾値マトリクスTM_{8x8}を生成したが、閾値マトリクスとしては、一般に、１／２ずつに分割した時に最終的に２×２に分割することのできるマトリクス、すなわち、2^N次の任意の正方マトリクス（Ｎは整数）を使用することが好ましい。具体的には、１６×１６や３２×３２などが実際的な閾値マトリクスである。

【０１００】図９は、実施例による１６×１６閾値マトリクスTM_{16x16}の一例を示す図である。但し、図９の例では図示の便宜上、２×２サブマトリクス内の閾値の関連性や、４×４サブマトリクス内の閾値の関連性を把握し易いように、閾値を１６進数で表記している。閾値は０～２５５の範囲の値を有する８ビットのデータで表わされるが、図９から解るように、各４×４サブマトリクス内の４つの閾値の下位４ビット（最下位桁）は互いに等しい。

【０１０１】図１０は、図９に示す１６×１６閾値マトリクスTM_{16x16}を４進数で表記した図である。図１０から解るように、１６×１６閾値マトリクスTM_{16x16}を４等分することによって得られる４つの８×８サブマトリクスを見ると、次のようなことが解る。すなわち、各８×８サブマトリクス内のすべての閾値は、４進数の最下位桁（２進数ではビット１，２）の値が同じである。また、４つの８×８サブマトリクス同士を比較すると、４進数の最下位桁の値が０～３であり互いに異なっている。

【０１０２】同様に、各８×８サブマトリクスを４等分することによって得られる４つの４×４サブマトリクスを見ると、次のことが解る。すなわち、各４×４サブマトリクス内のすべての閾値は、４進数の下位２桁（２進数ではビット１～４）の値が同じである。また、１つの８×８サブマトリクスに含まれる４つの４×４サブマトリクス同士を比較すると、４進数の下から２番目の桁（２進数ではビット３，４）の値が０～３であり互いに異なっている。

【０１０３】また、各４×４サブマトリクスを４等分することによって得られる４つの２×２サブマトリクスを見ると、次のことが解る。すなわち、各２×２サブマトリクス内のすべての閾値は、４進数の下位３桁（２進数ではビット１～６）の値が同じである。そして、１つの４×４サブマトリクスに含まれる４つの２×２サブマトリクス同士を比較すると、４進数の下から３番目の桁（２進数ではビット５，６）の値が０～３であり互いに異なっている。なお、各２×２サブマトリクス内の４つの閾値は、４進数の最上位桁が０～３であり互いに異なっている。

【０１０４】図９，図１０に示す１６×１６閾値マトリ

クスTM$_{16\times16}$ は、上述した数式１５においてM＝１６，N＝４と設定したものであり、次の数式１７で表わされる。

＊【０１０５】

【数１７】

＊

$$TM_{16\times16}=S^4_{(1,1)}=\begin{bmatrix} S^3_{(1,1)} & S^3_{(2,1)} \\ S^3_{(1,2)} & S^3_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^0\begin{bmatrix} E(a)^3 & E(c)^3 \\ E(d)^3 & E(b)^3 \end{bmatrix}_{(1,1)}$$

$$S^3_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^2_{(1,1)} & S^2_{(2,1)} \\ S^2_{(1,2)} & S^2_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^2\begin{bmatrix} E(a)^2 & E(c)^2 \\ E(d)^2 & E(b)^2 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^2_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^1_{(1,1)} & S^1_{(2,1)} \\ S^1_{(1,2)} & S^1_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^4\begin{bmatrix} E(a)^1 & E(c)^1 \\ E(d)^1 & E(b)^1 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^1_{(u,v)}=\begin{bmatrix} S^0_{(1,1)} & S^0_{(2,1)} \\ S^0_{(1,2)} & S^0_{(2,2)} \end{bmatrix}+2^6\begin{bmatrix} E(a)^0 & E(c)^0 \\ E(d)^0 & E(b)^0 \end{bmatrix}_{(u,v)}$$

$$S^0_{(u,v)}=0$$

$E(a)^{n-1}, E(b)^{n-1}, E(c)^{n-1}, E(d)^{n-1}$：nが１～４の時，すべての成分がそれぞれa, b, c, dである2^{n-1}次の正方マトリクス

a, b, c, d：0～3のいずれか1つの値をとる互いに異なる整数であり，各座標(u,v)における係数マトリクス$\begin{bmatrix} E(a)^{n-1} & E(c)^{n-1} \\ E(d)^{n-1} & E(b)^{n-1} \end{bmatrix}_{(u,v)}$においてa, b, c, dの値が任意（ランダム）に設定される

【０１０６】なお、図１０に示す閾値マトリクスTM$_{16\times16}$ では、数式１７において、１６×１６マトリクスS^4 の１つの係数マトリクスCM^4 （$E(a)^3$，$E(b)^3$，$E(c)^3$，$E(d)^3$ のマトリクス）は、成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値の２４通りのパターンの中からランダムに１つ選択したもので、（ａ，ｂ，ｃ，ｄ）＝（２，１，０，３）の組み合わせである。また、各８×８サブマトリクスS^3 内の４つの係数マトリクスCM^3 （$E(a)^2$，$E(b)^2$，$E(c)^2$，$E(d)^2$ のマトリクス）は、成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値の８通りの対角パターンの中からランダムに選択したものである。各４×４サブマトリクスS^2 内の１６個係数マトリクスCM^2 （$E(a)^1$，$E(b)^1$，$E(c)^1$，$E(d)^1$ のマトリクス）は、いずれも成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値をそれぞれ０，１，３，２に設定している。さらに、各２×２基本サブマトリクスS^1 内の６４個の係数マトリクスCM^1 （$E(a)^0$，$E(b)^0$，$E(c)^0$，$E(d)^0$ のマトリクス）は、成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値の８通りの対角パターンの中からランダムに選択している。このように、漸化式で表わされる多段階のマトリクス構造の中のいくつかの段階においてのみ、成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値のパターンをランダムに設定し、他の段階では成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値のパターンを固定することが可能である。また、成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値のパターンをランダムに設定する場合にも、８通りの対角パターンからランダムに選択することも可能であり、また、２４通りのパターンからランダムに選択することも可能である。

【０１０７】ところで、数式１７もから解るように、係数マトリクスCM^4 ｛$E(a)^3$，$E(b)^3$，$E(c)^3$，$E(d)^3$｝は、８ビットの閾値の下位第１、第２ビットの値を決定している（図１０参照）。同様に、係数マトリクスCM^3 ｛$E(a)^2$，$E(b)^2$，$E(c)^2$，$E(d)^2$｝は、閾値の下位第３、第４ビットの値を決定し、係数マトリクスCM^2 ｛$E(a)^1$，$E(b)^1$，$E(c)^1$，$E(d)^1$｝の値は下位第５、第６ビットの値を、係数マトリクスCM^1 ｛$E(a)^0$，$E(b)^0$，$E(c)^0$，$E(d)^0$｝は下位第７、第８ビット（上位第２、第１ビット）の値をそれぞれ決定している。

【０１０８】これを、一般式である数式１５に当てはめると、係数マトリクスCM^n ｛$E(a)^{n-1}$，$E(b)^{n-1}$，$E(c)^{n-1}$，$E(d)^{n-1}$｝は、２Ｎビットの閾値のうちの下位から｛２（Ｎ－ｎ）＋１｝番目のビッ

トと｛２（Ｎ－ｎ）＋２｝番目のビットを決定していることが解る。このように、数式１５の漸化式における係数マトリクスCM^n ｛$E(a)^{n-1}$，$E(b)^{n-1}$，$E(c)^{n-1}$，$E(d)^{n-1}$｝は、２Ｎビットの閾値のうちの２ビットの値をそれぞれ決定しているものと考えることができる。

【０１０９】Ｆ．閾値マトリクスの組み合わせ：１つのＭ×Ｍ閾値マトリクスを主走査方向および副走査方向に繰り返し適用して２値化を行なうと、原画像には存在しないＭ×Ｍ閾値マトリクス特有の繰り返しパターンが２値化画像に現われる可能性がある。そこで、このような繰り返しパターンの発生を防止するために、複数のＭ×Ｍ閾値マトリクスで構成されるL1 ×L2 閾値マトリクス（L1 ，L2 はＭの整数倍の整数）を作成して使用するのが実際的である。なお、この際、複数のＭ×Ｍ閾値マトリクスはそれぞれ異なる閾値分布を有するように作成される。例えば、２５６個の異なる１６×１６閾値マトリクスを準備し、１６行１６列に配置することによって２５６×２５６閾値マトリクスを生成することができる。

【０１１０】Ｍ×Ｍ閾値マトリクスを前述の数式１５で表わした場合において、漸化式S^nの少なくとも１つの段階において、係数マトリクスCM^nの成分ａ，ｂ，ｃ，ｄの値のパターンを所定の複数のパターンの中からランダムに選択するようにすれば、L1 ×L2 閾値マトリクスを構成する複数のＭ×Ｍ閾値マトリクスとして、互いに異なる閾値分布を作成することができる。

【０１１１】従って、このようなL1 ×L2 閾値マトリクスを用いてほぼ一様な濃度の画像データを２値化すれば、L1 ×L2 閾値マトリクス内において規則的なパターンが出現しにくいという特徴がある。この場合、２５＊６個の１６×１６閾値マトリクスの全てを互いに異なる閾値分布とする代わりに、部分的に同じ閾値分布を有する１６×１６閾値マトリクス複数個を隔離配置またはランダム配置して使用するようにしてもよい。

【０１１２】ところで、多階調画像データが２Ｎビット（Ｎは2^N＝Ｍとなる整数）のデジタルデータである場合には、その多階調画像データはＭ×Ｍ階調を有する。この場合に、前述の不等式（１ａ），（１ｂ）を採用したとき多階調画像データのすべての階調を再現するためには、各Ｍ×Ｍ閾値マトリクス内における閾値の最大値（M^2－１）を０～（M^2－２）の範囲の値に置き換えればよい。例えば、１６×１６閾値マトリクスにおいて閾値の範囲を０～２５４とすれば、８ビットの多階調画像データの範囲は０～２５５なので、両者の比較によって２５６階調が再現できる。なお、このように２Ｎビットデータの最大値（M^2－１）を０～（M^2－２）の範囲の値で置換したＭ×Ｍ閾値マトリクスでは、０～（M^2－２）の範囲の閾値が少なくとも１回出現し、１つの閾値は２回出現する（換言すると、前記範囲の閾値のうちのいずれか１つだけが２回出現し、他の閾値は全て１回出現する）閾値分布を有する。

【０１１３】複数のＭ×Ｍ閾値マトリクスを配列してL1 ×L2 閾値マトリクスを構成する場合には、L1 ×L2 閾値マトリクス全体として階調を滑らかに再現できるような閾値分布を有することが望ましい。このために、各Ｍ×Ｍ閾値マトリクス内の閾値の最大値（M^2－１）を、０～（M^2－２）の範囲の値からランダムに選択された値に置き換えるようにする。この時、次の数式１８に従って置換値ＴＴを決定できる。

【０１１４】

【数１８】

$$TT=\frac{M\times M}{N_M}\times\alpha+\beta$$

N_Mは、L1×L2閾値マトリクスの個数。
α,βは、$0\leqq\alpha,\beta<N_M$の条件下の整数で、かつ乱数である(αは、同じ値を1回のみ使用可)。

【０１１５】但し、数式１８で計算した結果が（M^2－１）になった場合には、αとβの内の少なくとも一方を再設定する。このように、乱数を用いて閾値の最大値の置換値ＴＴを設定するようにすれば、置換値ＴＴが０～（M^2－２）の範囲においてランダムに分布するので、画像データの０～（M^2－１）の階調を滑らかに再現できる。

【０１１６】なお、スポットのオン／オフの決定に際して、次のような不等式（２ａ），（２ｂ）を採用した場合は、閾値の最小値（＝０）を１～（M^2－１）の範囲の値に置き換えればよい。

画像データＩＤ≧閾値ＴＤ：オン（黒）　…（２ａ）

画像データＩＤ＜閾値ＴＤ：オフ（白）　…（２ｂ）

【０１１７】Ｇ．複数の色成分に対する閾値マトリクスの作成：カラー画像を再現する場合には、多階調画像データの複数の色成分ごとに２値化を行なう必要がある。上述の閾値マトリクスを用いたカラー画像データの２値化方法としては、以下に示すようないくつかの方法が考えられる。

【０１１８】第１の方法は、上述のようなL1 ×L2 閾値マトリクスをカラー画像データの各色成分毎にそれぞれ別個に生成する方法である。上述したように、閾値の配列はランダムに行なわれるので、各色成分のためのL1 ×L2 閾値マトリクスは互いに異なる閾値分布を有することになる。従って、複数の色版を刷り重ねた場合にもモアレやロゼットパターンが発生しないという利点が

ある。

【０１１９】第２の方法は、１つのL1 ×L2 閾値マトリクスのみを準備し、２値化の際に、各色成分に適用するL1 ×L2 閾値マトリクスのオフセットアドレスをそれぞれ異なる値に設定する方法である。図１１は、この第２の方法を示す説明図である。ここでは、カラー画像データが、Ｙ（イエロー），Ｍ（マゼンタ），Ｃ（シアン），Ｋ（ブラック）の４つの色成分で構成されている例において、画像平面の原点Ｏに対する各色成分のオフセットアドレスOY，OM，OC，OKを示している。「２５６×２５６」と記載されているブロックが、１つのL1 ×L2 閾値マトリクスに相当し、画像平面上にはこのL1 ×L2 閾値マトリクスが繰り返し適用される。Ｙ成分のオフセットアドレスOY（X_Y ，Y_Y ）は（0，0）である。また、Ｍ成分のオフセットアドレスOM（X_M ，Y_M ）、Ｃ成分のオフセットアドレスOC（X_C ，Y_C ）、Ｋ成分のオフセットアドレスOK（X_K ，Y_K ）は互いに異なる値に設定されている。これらのオフセットアドレスは、L1×L2 閾値マトリクスを構成するM×M閾値マトリクスの一辺のサイズMの整数倍とすることが望ましいが、これ以外の任意の整数に設定することが可能である。

【０１２０】このように、各色成分毎に異なるオフセットアドレスを適用すれば、１つのL1 ×L2 閾値マトリクスをメモリに記憶しておくだけで、各色成分の閾値分布を互いに異なるものとすることが可能である。従って、複数の色版を刷り重ねた場合にもモアレやロゼットパターンが発生しないという利点がある。さらに、この第２の方法では、１つのL1 ×L2 閾値マトリクスをメモリに記憶しておくだけでよいので、閾値マトリクスを作成する手間が少なく、かつ、メモリ容量を節約できるという利点もある。

【０１２１】なお、１つのL1 ×L2 閾値マトリクスと複数のオフセットアドレスを記憶しておく代わりに、図１１（ａ）～（ｄ）に斜線を付した閾値マトリクス（すなわち、色成分毎のオフセットアドレスに応じて同じL1 ×L2 閾値マトリクスの書き込みアドレスをずらした各色成分毎の閾値マトリクス）を予め準備するようにしてもよい。この場合にはメモリ容量の節約はできないが、閾値マトリクスを作成する手間は少なくて済むという利点がある。

【０１２２】Ｈ．座標位置に応じた閾値の調整：閾値マトリクスの繰り返しに起因する特定のパターンが２値化画像に現われないようにするためには、閾値マトリクスのサイズL1 ×L2 をできるだけ大きくすることが望ましい。一方、メモリ容量の節約の観点からは、閾値マトリクスのサイズL1 ×L2 をできるだけ小さくすることが望ましい。これらの相反する２つの要求は、メモリに記憶する閾値マトリクスのサイズL1 ×L2 をできるだけ小さくしつつ、画像平面上の座標位置に応じてメモリから読み出される閾値を調整することによって満足させることが可能である。

【０１２３】画像平面上の座標位置に応じてメモリから読み出される閾値を調整する方法としては、次の３つの方法が考えられる。

（ａ）座標位置毎に異なるオフセットアドレスをメモリに与える方法。

（ｂ）メモリから読み出された閾値と、座標位置毎に異なる被演算値とから、所定の算術演算（加算、減算等）を実行し、この結果得られた値を新たな閾値とする方法。

（ｃ）メモリから読み出された閾値に対して、座標位置毎に異なる所定のビットを反転する方法。

【０１２４】図１２は、上述の（ａ）の方法を示す説明図である。図１２（ａ）は、１６×１６閾値マトリクスを主走査方向（Ｙ方向）にのみ１６個並べた１６×２５６閾値マトリクスを斜線部で示している。この１６×２５６閾値マトリクスに含まれる１６個の１６×１６閾値マトリクスは、互いに異なる閾値分布を有している。このような閾値マトリクスを利用する場合には、図１２（ｂ）に示すように、主走査方向のオフセットアドレスの１次元配列（Y1 ，Y2 ，…Ym ）の各値を副走査方向Ｘに沿ってランダムに設定することによって、１６×２５６閾値マトリクス特有のパターンが２値化画像に現われるのを防止することができる。なお、このmの値を１６に設定することによって、２５６×２５６閾値マトリクスを疑似的に表現できる。

【０１２５】１つの閾値を８ビット＝１バイトで表わす場合には、２５６×２５６閾値マトリクスを記憶するためのメモリ容量は６４Kバイトになるが、１６×２５６閾値マトリクスではこれが４Kバイトですむ。従って、１６×２５６閾値マトリクスを使用すれば、２５６×２５６閾値マトリクスを使用する場合に比べてメモリ容量が大幅に節約できる。

【０１２６】図１２（ａ），（ｂ）の例において、カラー画像データを再現する場合には、各色版毎に対して、互いに異なるオフセットアドレスの１次元配列（Y1 ，Y2，…Ym ）を設定すればよい。この場合において、少なくとも同一の走査線上に適用される各色成分のオフセットアドレスを互いに異なる値となるようにすることが望ましい。こうすれば、複数の色成分の２値化画像が完全に重なり合うことがないので、色ずれが生じるのを防止できるという利点がある。

【０１２７】Ｉ．装置の構成：図１３は、前述した図１１の閾値マトリクスを利用する画像記録装置の構成を示すブロック図である。この画像記録装置は、多階調画像データＩＤを記憶する画像メモリ２０と、L1 ×L2 閾値マトリクスを記憶する閾値マトリクスメモリ３０と、多階調画像データＩＤと閾値ＴＤとを比較して２値の記録信号ＲＳを生成する比較器４０と、記録信号ＲＳに従

って２値化画像を記録する出力装置５０とを備えている。この画像記録装置はまた、画像メモリ２０の読出しアドレスを生成するための回路として、クロック発生器２１，２２と、分周回路２３，２４と、アドレスカウンタ２５，２６とを備えている。さらに、閾値マトリクスメモリ３０の読出しアドレスを生成するための回路として、オフセットアドレスメモリ３１，３２と、リングカウンタ３３，３４とを備えている。なお、画像メモリ２０と、オフセットアドレスメモリ３１，３２には、複数の色成分のいずれか１つを示す色成分指定信号Ｓｃが、図示しないコントローラ（例えばCPU）から与えられている。

【０１２８】主走査クロック発生器２１は、記録信号ＲＳの１スポットに相当する周期を有する主走査基準クロック信号ＲＣＬｙを発生し、副走査クロック発生器２２は、記録信号ＲＳの１主走査線に相当する周期を有する副走査基準クロック信号ＲＣＬｘを発生する。

【０１２９】走査開始信号ＳＴが発生すると、リングカウンタ３３，３４は、それぞれ主走査オフセットアドレスメモリ３１と副走査オフセットアドレスメモリ３２からのデータ（オフセットアドレスデータ）をカウンタの初期値（プリセット値）としてロードする。主走査オフセットアドレスメモリ３１と副走査オフセットアドレスメモリ３２は、４つの色成分に対するオフセットアドレスデータをそれぞれ記憶しており、２ビットの色成分信号Ｓｃに応じて４種類の異なるオフセットアドレスを出力する。色成分毎のオフセットアドレスは、例えば図１１（ａ）～（ｄ）にそれぞれ示すオフセットアドレスＯＹ，ＯＭ，ＯＣ，ＯＫである。

【０１３０】リングカウンタ３３は、主走査オフセットアドレスメモリ３１からのオフセットアドレスデータＯＦｙを初期値として、主走査基準クロック信号ＲＣＬｙのパルス数をカウントするL2 進のリングカウンタである。また、リングカウンタ３４は、副走査オフセットアドレスメモリ３２からのオフセットアドレスデータＯＦｘを初期値として、副走査基準クロック信号ＲＣＬｘのパルス数をカウントするL1 進のリングカウンタである。これらのリングカウンタ３３，３４からの出力がそれぞれ、閾値マトリクスメモリ３０の主走査アドレス、副走査アドレスとなり、このアドレスにより指定された閾値が読み出される。なお、閾値マトリクスメモリ３０には、例えば図１１に「２５６×２５６」と記された１ブロックの閾値マトリクスが記憶されている。

【０１３１】一方、画像メモリ２０のアドレスは次のように生成される。分周回路２３，２４は、主走査基準クロック信号ＲＣＬｙと副走査基準クロック信号ＲＣＬｘをそれぞれ１／Mに分周し、この分周したクロックＣＬｙ，ＣＬｘがそれぞれアドレスカウンタ２５，２６に入力される。アドレスカウンタ２５，２６は、クロックＣＬｙ，ＣＬｘのパルス数をカウントし、そのカウント値をアドレスＡＤｙ、ＡＤｘとして出力する。なお、分周回路２３，２４の分周比は、それぞれ画像データＩＤの１画素に対応する閾値の副走査方向の個数、主走査方向の個数に基づき決定される値で、その副走査方向、主走査方向の個数をそれぞれMx ，My とすると、分周回路２４，２３の分周比はそれぞれ１／Mx ，１／My となる。また、画像データの１画素がM×M個の閾値に対応する時には、分周回路２３，２４の分周比は、共に１／Mに設定される。

【０１３２】閾値マトリクスメモリ３０に記憶された閾値ＴＤは、リングカウンタ３３，３４から与えられるアドレスに応じて読出され、比較器４０によって多階調画像データＩＤと比較される。比較器４０は、比較結果に応じて各スポットのオン／オフを示す記録信号ＲＳを生成して出力装置５０に供給する。出力装置５０は例えば製版用の記録スキャナであり、感光フィルムなどの記録媒体上に各色成分の２値化画像を記録する。このようにして作成された各色成分の２値化画像にはそれぞれ規則的なパターンが目立たず、かつ、これらの２値化画像を刷り重ねて得られるカラー画像にはモアレやロゼットパターンなどの干渉模様も発生しないという特徴がある。

【０１３３】図１４は、座標位置に応じて閾値マトリクスメモリ３０のオフセットアドレスを変更する回路を備えた画像記録装置の構成を示すブロック図である。図１３との違いは、図１３における２つのオフセットアドレスメモリ３１，３２の代わりに、乱数発生器６１，６２が設けられている点と、ＯＲ回路６３，６４によって得られる走査開始信号ＳＴと副走査方向クロックＣＬｘとの論理和がリングカウンタ３１，３２のロード端子に与えられている点にある。

【０１３４】乱数発生器６１，６２で生成された乱数は、副走査クロックＣＬｘに同期して、リングカウンタ３１，３２の初期値（すなわち、アドレスのオフセット）としてそれぞれロードされる。この結果、画像データＩＤの１主走査線分の２値化が終了するたび、すなわち画像信号ＩＤの副走査一周期毎に、閾値マトリクスメモリ３０の主走査アドレスと副走査アドレスのオフセットアドレスが乱数によって与えられる。換言すれば、画像内の副走査座標位置ごとに異なるオフセットアドレスによって閾値マトリクスメモリ３０から閾値が読み出される。

【０１３５】図１５は、座標位置に応じて閾値マトリクスメモリ３０のオフセットアドレスを変更する回路を備えた画像記録装置の他の構成を示すブロック図である。図１４との違いは、L1 進カウンタ６６で副走査基準クロック信号ＲＣＬｘのパルス数をカウントし、そのキャリ信号をＯＲ回路６３，６４に与えている点にある。こうすれば、閾値マトリクスメモリ３０に記憶されたL1 ×L2 閾値マトリクスが副走査方向の幅L1 だけ使用された時点でオフセットアドレスが変更される。前述した

図１２（ｂ）に示すようなオフセットアドレスの分布は、図１５の装置において、副走査方向のオフセットアドレス発生器としての乱数発生器６２を省略し、リングカウンタ３４の初期値を常に０に設定することによって実現される。

【０１３６】図１４と図１５との差異は、リングカウンタ３３，３４にオフセットアドレスデータとしての乱数をロードするタイミングが異なる点にある。リングカウンタ３３，３４にオフセットアドレスデータをロードするタイミングは、図１４や図１５の例以外のものに設定することも可能であり、例えば、任意（ランダム）なタイミングでもよい。

【０１３７】図１６は、座標位置に応じた値を閾値に加算する画像記録装置の構成を示すブロック図である。図１３との差異は、図１３に示す２つのオフセットアドレスメモリ３１，３２を省略して、加算器７０と、２つのラインメモリ７１，７２を含むラインメモリユニット７３と、乱数発生器７４を追加した点にある。

【０１３８】ラインメモリユニット７３の一方には、乱数発生器７４より発生した乱数がL2 進リングカウンタ３３のキャリ信号ＣＲｙに同期して書き込まれる。一方、他方のラインメモリからは同じくL2 進リングカウンタ３３のキャリ信号ＣＲｙに基づいて記憶されていた乱数が順次出力されて、加算器７０に与えられる。加算器７０は、ラインメモリユニット７３から与えられた乱数（被加算値）と、閾値マトリクスメモリ３０から読み出された閾値とを加算して比較器４０に与えている。なお、２つのラインメモリ７１，７２は、副走査方向のリングカウンタ３４のキャリ信号ＣＲｘに同期して交互にかつ相補的に切換られる。従って、ラインメモリユニット７３の一方のラインメモリ（例えば７１）からキャリ信号ＣＲｙに同期して順次ＲＡｙ個の乱数が出力される。この同じ乱数列の出力はさらに（L1 －１）回繰り返される。続いて、キャリ信号ＣＲｘの発生に基づいてラインメモリ７１、７２は相補的に切り換えられ、同様に他方のラインメモリ（例えば７２）からもキャリ信号ＣＲｙに同期して順次ＲＡｙ個の乱数が出力され、この同じ乱数列の出力はさらに（L1 －１）回繰り返される。なお、この加算器７０は、閾値の有効ビット外は無視して加算を行なうもので、例えば閾値の有効ビットが８で、閾値が２５０、被加算値が９のときは、新たな閾値ＴＤは３（$=250+9-2^8$）となる。

【０１３９】図１６の装置では、次のような効果がある。

（１）座標位置に応じて異なる被加算値を閾値に加算するので、閾値マトリクスメモリ３０に記憶されている閾値パターンとは異なる閾値パターンを座標位置ごとに生成できる。

（２）２本のラインメモリ７１，７２は、画像データＩＤの１主走査分に相当する、すなわち記録信号ＲＳの主走査方向の画素数をL2 で除した値に相当する個数（ＲＡｙ個）を有する乱数列をそれぞれ記憶しており、また、閾値マトリクスの副走査方向の幅L1 毎に相補的に切換えられるので、閾値マトリクスの副走査方向の幅L1 と主走査方向の幅L2 とで構成される矩形のブロック領域内では、同じ乱数（被加算値）が発生する。従って、閾値マトリクスが部分的に使用されることがなく、閾値マトリクスの全体から閾値が読み出されるので、２値化画像において正確な階調値を表現できる。

【０１４０】なお、閾値マトリクスメモリ３０に記憶される閾値がM×Mの場合は、リングカウンタ３３，３４を共にM進のリングカウンタに変更するとともに、２つのラインメモリ７１，７２の切換えタイミングを指示する信号として副走査クロック信号ＣＬｘを、ラインメモリユニット７３のアドレス端子に与えるクロック信号として主走査クロック信号ＣＬｙを用いればよい。この場合は、画像信号ＩＤの１画素単位で被加算値が変更される。

【０１４１】ところで、前述したように、多階調画像データが２Ｎビット（Nは2^N ＝Mとなる整数）のデジタルデータである場合には、多階調画像データのすべての階調を再現するために、閾値マトリクス内の閾値を０～（M^2-2）の範囲にすることが好ましい。ところが、図１６の装置において、加算器７０が単純な加算を行なうと、閾値が（M^2-1）となってしまう可能性がある。そこで、加算器７０は、２Ｎビットで表記された加算結果に桁上げが生じたか否かを判断し、桁上げが生じていない値から１をそれぞれ減算することによって、閾値が（M^2-1）にならないようにする機能を有している。

【０１４２】図１７は、加算器７０による演算結果の一例を示す説明図である。ここでは図１７（A）に示す４×４閾値マトリクスが閾値マトリクスメモリ３０に記憶されているものと仮定する。これらの閾値に単純に５を加算すると、図１７（B）に示す閾値が得られる。図１７（B）において、丸で囲んだ数値は４ビットの２進数で桁上げが生じなかった値である。４×４閾値マトリクスの閾値として好ましい範囲は０～１４であるのに対して、図１７（B）では、値が１５の閾値が存在していることが解る。そこで、加算器７０は、桁上げの発生していない閾値からそれぞれ１を減算することによって、図１７（C）に示すような結果を出力する。こうすれば、閾値を元の通り０～１４の範囲に納めることができる。

【０１４３】なお、前述のように、閾値マトリクス内の閾値を１～（M^2-1）の範囲に設定した場合については、被加算値を加算し、その結果、最上位ビットの桁上げがあったものに１加算することにより、閾値の範囲を１～（M^2-1）の範囲で維持することができる。

【０１４４】図１８は、座標位置に応じて閾値のビットを反転する画像記録装置の構成を示すブロック図であ

る。図１６との差異は、加算器７０をビット反転ユニット８０で置き換えた点にある。ビット反転ユニット８０は、８個のＥＸＯＲ回路を含んでいる。各ＥＸＯＲ回路の一方の入力端子には閾値マトリクスメモリ３０から読み出された８ビットの閾値の各ビットが入力されており、他方の入力端子にはラインメモリユニット７３から出力された８ビットの値の各ビットが入力されている。ラインメモリユニット７３の出力のビットがＨレベルの場合には、これに相当する閾値のビットが反転して出力され、逆に、ラインメモリユニット７３の出力のビットがＬレベルの場合には、これに相当する閾値のビットがそのまま出力される。すなわち、ラインメモリユニット７３の出力は、閾値と論理演算が行なわれる被演算値として使用されている。この結果、ラインメモリユニット７３の出力の各ビットのレベルに応じて閾値のいくつかのビットが反転する。

【０１４５】図１９は、８×８閾値マトリクスと、その閾値のいくつかのビットを反転して得られる数種類の閾値マトリクスの例を示す説明図である。図１８の装置では、座標位置に応じて閾値のいくつかのビットが反転するので、座標位置に応じたランダムな閾値を使用して２値化を行なうことができる。

【０１４６】なお、この発明は上記実施例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【０１４７】（１）上記実施例では、閾値のマトリクス構造をM次（Mは2^Nの整数）の正方マトリクスであるとしていたが、M1 ×M2 閾値マトリクス（M1 ，M2 は偶数）を利用することも可能である。この場合にも、M1 ×M2 閾値マトリクス内の各２×２サブマトリクス内の閾値の配列を、８通りの対角パターンの中からランダムに選択することが好ましい。

【０１４８】さらに、一般的に言えば、閾値マトリクスを分割した最小単位のサブマトリクスは２×２に限らず、３×３や５×５などの任意の素数のサイズのマトリクスでよい。この場合にも、閾値マトリクス領域は、互いに等しいサイズの複数のサブマトリクスに分割される。そして、各サブマトリクスにおいて、複数の閾値同士の差分が所定の値に設定される。図５および図６に示す８×８閾値マトリクスTMは、サブマトリクスが２×２であり、各サブマトリクス内の閾値同士の差分が１６である場合に相当する。

【０１４９】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項１に記載された方法によれば、各サブマトリクス内の複数の閾値をランダムに配置するので、従来の網点のための閾値マトリクスに比べて閾値分布の空間周波数を高くすることができるので、このような閾値マトリクスを用いて２値化を行なえば、従来の網点による技術に比べて画像内のシャープなエッジを良好に再現することができるという効果がある。

【０１５０】請求項２および４ないし７に記載した方法によれば、閾値分布の空間周波数をより高くすることができるという効果がある。

【０１５１】請求項３および８に記載された方法では、２値化画像のほぼ同一濃度の領域において、閾値マトリクスの繰り返しに起因する規則的なパターンを目立ち難くすることができるという効果がある。

【０１５２】請求項９および１０に記載された方法によれば、多階調画像データがM^2階調を有するデジタルデータである場合に、多階調画像データのすべての階調をM×M閾値マトリクスによって再現することができるという効果がある。

【０１５３】請求項１１に記載された方法によれば、複数のM×M閾値マトリクス全体としてM^2階調を滑らかに再現することができるという効果がある。

【０１５４】請求項１２に記載された方法および請求項１８に記載された装置によれば、従来に比べて閾値マトリクス内の閾値分布の空間周波数が高いので、画像内のシャープなエッジを良好に再現することができるという効果がある。

【０１５５】請求項１３ないし１６に記載された方法、並びに、請求項１９ないし２１に記載された装置によれば、カラー印刷物を再現する場合にもモアレやロゼットパターンなどの干渉模様の発生を十分に防止することができるという効果がある。

【０１５６】請求項１７に記載された方法および請求項２２に記載された装置によれば、複数の色成分の２値化画像が同じパターンを有することがないので、色ずれの発生を防止できるという効果がある。

【０１５７】請求項２３ないし２８に記載された方法および請求項２９ないし３４に記載された装置によれば、１つの閾値マトリクスを用いて、座標位置毎に異なる閾値パターンを発生させることができる。

【０１５８】特に、請求項２４に記載された方法および請求項３０に記載された装置によれば、１つの閾値マトリクスを用いて、副走査方向の所定の周期毎に異なる閾値パターンを発生させることができる。

【０１５９】また、特に、請求項２７に記載された方法および請求項３３に記載された装置によれば、加算後の閾値を０～（M^2 －２）に納めることができるので、２値化画像において多階調画像データのすべての階調を再現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明の一実施例において作成される閾値マトリクスの基本マトリクスＢＭを示す平面図。

【図２】４×４基本マトリクスＢＭを構成する２×２サブマトリクスを示す平面図。

【図３】２×２サブマトリクスの閾値配列の８通りの対

角パターンを示す説明図。
【図４】２×２サブマトリクスT11に８通りの対角パターンをそれぞれ適用した場合に得られる８つのマトリクスを示す説明図。
【図５】係数マトリクスＣＭを８通りの対角パターンの内からランダムに選択することによって得られた２×２サブマトリクスＴｉｊを示す平面図。
【図６】図５の２×２サブマトリクスＴｉｊで構成される８×８閾値マトリクスを示す平面図。
【図７】図６で示された８×８閾値マトリクスの各グループ内の２×２サブマトリクスをランダムに配置した２×２サブマトリクスＴｉｊを示す平面図。
【図８】基本マトリクスBM_{8x8}と、８×８閾値マトリクスTM_{8x8}と、０～６３の閾値を単にランダムに配置したマトリクスとを比較して示す説明図。
【図９】実施例による１６×１６閾値マトリクスTM_{16X16}の一例を１６進数表記で示す図。
【図１０】実施例による１６×１６閾値マトリクスTM_{16x16}を４進数表記で示す図。
【図１１】閾値マトリクスのオフセットアドレスを色成分毎に変更する方法を示す説明図。
【図１２】閾値マトリクスのオフセットアドレスを座標位置毎に変更する方法を示す説明図。
【図１３】図１１の閾値マトリクスを利用する画像記録装置の構成を示すブロック図。
【図１４】座標位置に応じて閾値マトリクスメモリ３０のオフセットアドレスを変更する回路を備えた画像記録装置の構成を示すブロック図。
【図１５】座標位置に応じて閾値マトリクスメモリ３０のオフセットアドレスを変更する回路を備えた画像記録装置の他の構成を示すブロック図。
【図１６】座標位置に応じた値を閾値に加算する画像記録装置の構成を示すブロック図。
【図１７】加算器７０による演算結果の一例を示す説明図。
【図１８】座標位置に応じて閾値のビットを反転する画像記録装置の構成を示すブロック図。
【図１９】８×８閾値マトリクスと、その閾値のいくつかのビットを反転して得られる数種類の閾値マトリクスの例を示す説明図。
【符号の説明】
２０…画像メモリ
２１…主走査クロック発生器
２２…副走査クロック発生器
２３…１／Ｍ分周器
２４…１／Ｍ分周器
２５…アドレスカウンタ（主走査）
２６…アドレスカウンタ（副走査）
３０…閾値マトリクスメモリ
３１…主走査オフセットアドレスメモリ
３２…副走査オフセットアドレスメモリ
３３…L2 進リングカウンタ
３４…L1 進リングカウンタ
４０…比較器
５０…出力装置
６１，６２…乱数発生器
６３，６４…ＯＲ回路
６６…L1 進カウンタ
７０…加算器
７１，７２…ラインメモリ
７３…ラインメモリユニット
７４…乱数発生器
８０…ビット反転ユニット
ＡＤｘ…副走査アドレス
ＡＤｙ…主走査アドレス
BM_{MxM}…Ｍ×Ｍ基本マトリクス
ＣＬｘ…副走査クロック
ＣＬｙ…主走査クロック
ＩＤ…画像データ
Ｏ…原点
ＯＦｘ…副走査オフセットアドレス
ＯＦｙ…主走査オフセットアドレス
ＯＹ，ＯＭ，ＯＣ，ＯＫ…各色成分のオフセットアドレス
ＲＣＬｘ…副走査基準クロック信号
ＲＣＬｙ…主走査基準クロック信号
ＲＳ…記録信号
ＳＴ…走査開始信号
Ｓｃ…色成分信号
ＴＤ…閾値
TM_{MxM}…Ｍ×Ｍ閾値マトリクス
ｘ…閾値マトリクス内の副走査座標
ｙ…閾値マトリクス内の主走査座標
Ｘ…画像平面内の副走査座標
Ｙ…画像平面内の主走査座標

【図１】

(a) 2×2基本マトリクスBM$_{2\times2}$

0	2
3	1

(b) 4×4基本マトリクスBM$_{4\times4}$

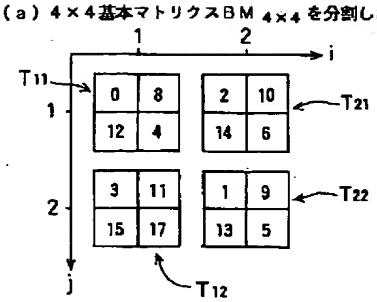
0	8	2	10
12	4	14	6
3	11	1	9
15	17	13	5

(c) 8×8基本マトリクスBM$_{8\times8}$

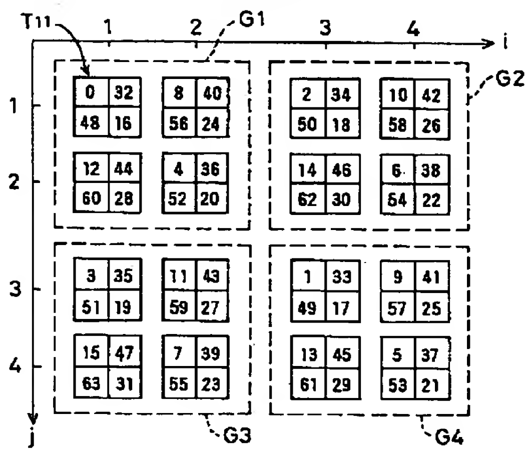
0	32	8	40	2	34	10	42
48	16	56	24	50	18	58	26
12	44	4	36	14	46	6	38
60	28	52	20	62	30	54	22
3	35	11	43	1	33	9	41
51	19	59	27	49	17	57	25
15	47	7	39	13	45	5	37
63	31	55	23	61	29	53	21

【図２】

(a) 4×4基本マトリクスBM$_{4\times4}$を分割した2×2マトリクスTij



(b) 8×8基本マトリクスBM$_{8\times8}$を分割した2×2マトリクスTij



【図３】

係数マトリクスCMの好ましいパターン

(a)

0	2
3	1

(b)

0	3
2	1

(c)

1	2
3	0

(d)

1	3
2	0

(e)

2	0
1	3

(f)

3	0
1	2

(g)

2	1
0	3

(h)

3	1
0	2

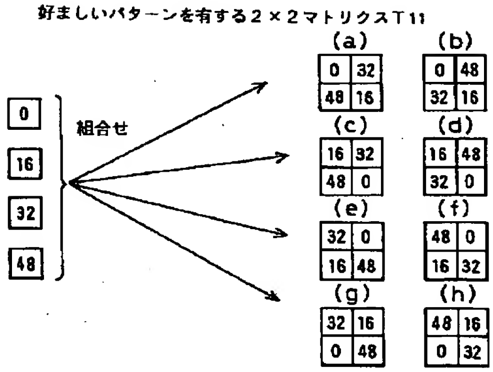
【図６】

8×8閾値マトリクスTM$_{8\times8}$

16	48	24	56	2	34	42	26
32	0	40	8	50	18	10	58
44	28	4	52	46	14	38	22
12	60	36	20	30	62	6	54
3	35	43	11	1	49	25	41
51	19	27	59	33	17	57	9
63	31	7	55	13	45	5	53
15	47	39	23	61	29	37	21

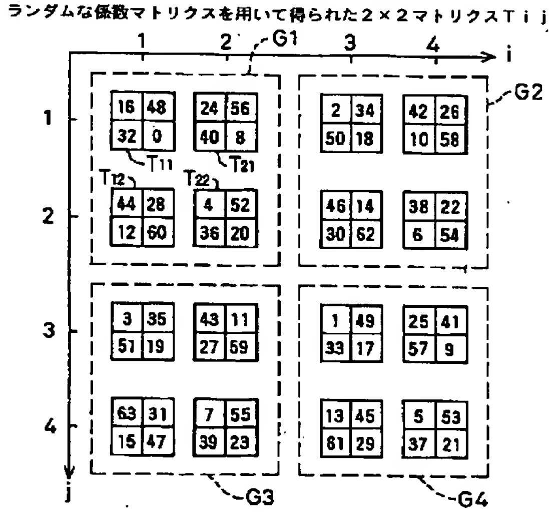
【図４】

好ましいパターンを有する2×2マトリクスT11



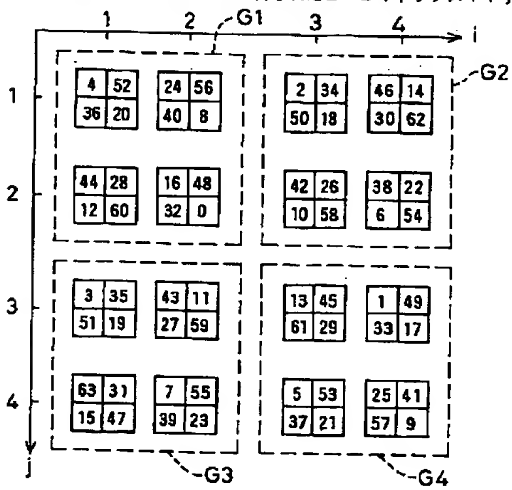
【図５】

ランダムな係数マトリクスを用いて得られた2×2マトリクスTij



【図７】

ランダムな係数マトリクスを用いて得られた２×２マトリクスＴｉｊ



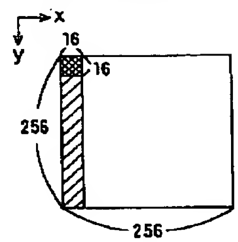
【図９】

１６×１６閾値マトリクスＴＭ $_{16\times16}$（１６進数表記）

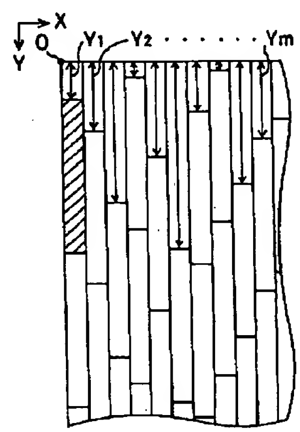
8a	a	7a	fa	c6	46	f6	76	40	80	70	b0	8c	4c	bc	3c
4a	ca	ba	3a	6	86	36	b6	c0	0	f0	30	c	cc	7c	fc
6a	aa	9a	5a	26	a6	d6	16	60	a0	90	50	ac	2c	9c	5c
ea	2a	1a	da	e6	66	56	96	e0	20	10	d0	6c	ec	1c	dc
c2	42	b2	32	4e	ce	7e	be	48	88	78	f8	84	4	74	b4
2	82	72	f2	8e	e	fe	3e	c8	8	b8	38	44	c4	f4	34
a2	62	52	92	ae	6e	de	1e	28	a8	d8	18	a4	24	14	d4
22	e2	d2	12	2e	ee	5e	9e	e8	68	58	98	64	e4	94	54
83	3	33	b3	f	cf	ff	3f	41	c1	71	f1	8d	4d	7d	bd
43	c3	f3	73	8f	4f	7f	bf	81	1	b1	31	d	cd	fd	3d
23	a3	13	d3	6f	af	1f	df	e1	61	51	91	ad	6d	dd	5d
a3	63	93	53	ef	2f	9f	5f	21	a1	d1	11	2d	ed	1d	9d
b	cb	3b	fb	87	7	f7	77	89	9	39	f9	5	c5	f5	35
8b	4b	bb	7b	47	c7	37	b7	49	c9	b9	79	85	45	75	b5
eb	2b	db	1b	27	a7	57	d7	29	e9	d9	19	e5	25	95	55
6b	ab	5b	9b	e7	67	97	17	a9	69	59	99	65	a5	15	d5

【図１２】

（ａ）１６×２５６閾値マトリクス



（ｂ）オフセットアドレスの分布



【図８】

（ａ）基本マトリクスＢＭ（図１）

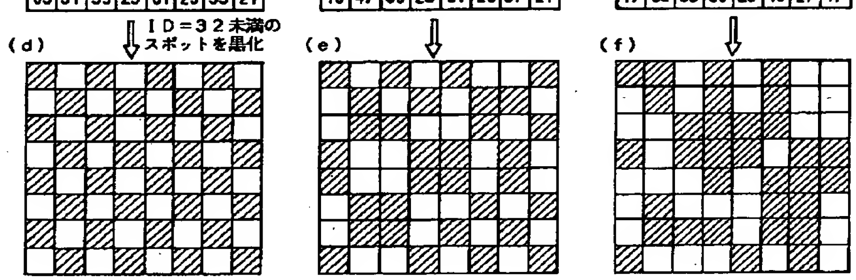
0	32	8	40	2	34	10	42
48	16	56	24	50	18	58	26
12	44	4	36	14	46	6	38
60	28	52	20	62	30	54	22
3	35	11	43	1	33	9	41
51	19	59	27	49	17	57	25
15	47	7	39	13	45	5	37
63	31	55	23	61	29	53	21

（ｂ）８×８閾値マトリクスＴＭ（図６）

16	48	24	56	2	34	42	26
32	0	40	8	50	18	10	58
44	28	4	52	46	14	38	22
12	60	36	20	30	62	6	54
3	35	43	11	1	49	25	41
51	19	27	59	33	17	57	9
63	31	7	55	13	45	5	53
15	47	39	23	61	29	37	21

（ｃ）完全にランダムなマトリクス

0	14	51	15	36	22	58	37
61	13	52	23	43	7	38	56
62	42	12	1	3	21	57	48
24	53	2	20	8	32	25	30
54	41	33	16	39	29	4	31
34	6	55	40	49	10	9	44
63	18	19	5	59	11	26	45
17	60	35	50	28	46	27	47



【図１７】

加算器７０の演算（４×４マトリクスの例）

（Ａ）

0	8	14	2
12	4	6	10
7	10	9	6
11	3	1	13

→ 所定値 5の加算

（Ｂ）

5	13	3	7
1	9	11	15
12	15	14	10
0	8	6	2

→

（Ｃ）

4	12	3	6
0	8	10	14
H	14	13	9
0	7	5	2

○：４ビットの２進数で
桁上げが無かったもの

【図１０】

１６×１６閾値マトリクスＴＭ$_{16\times16}$（４進数表記）

2022	0022	1322	3322	3012	1012	3312	1312	1000	2000	1300	2300	2030	1030	2330	0330
1022	3022	2322	0322	0012	2012	0312	2312	3000	0000	3300	0300	0030	3030	1330	3330
1222	3222	2122	1122	0212	2212	3112	0112	1200	2200	2100	1100	2230	0230	2130	1130
3222	0222	0122	3122	3212	1212	1112	2112	3200	0200	0100	3100	1230	3230	0130	3130
3002	1002	2302	0302	1032	3032	1332	2332	1020	2020	1320	3320	2010	0010	1310	2310
0002	2002	1302	3302	2032	0032	3332	0332	3020	0020	2320	0320	1010	3010	3310	0310
3202	1202	1102	2102	2232	1232	3132	0132	0220	2220	3120	0120	2210	0210	0110	3110
0202	2202	3102	0102	0232	3232	1132	2132	3220	1220	1120	2120	1210	3210	2110	1110
2003	0003	0303	2303	0033	3033	3333	0333	1001	3001	1301	3301	2031	1031	1331	2331
1003	3003	3303	1303	2033	1033	1333	2333	2001	0001	2301	0301	0031	3031	3331	0331
0203	3203	0103	3103	1233	2233	0133	3133	3201	1201	1101	2101	2231	1231	3131	1131
2203	1203	2103	1103	3233	0233	2133	1133	0201	2201	3101	0101	0231	3231	0131	2131
0023	3023	0323	3323	2013	0013	3313	1313	2021	0021	0321	3321	0011	3011	3311	0311
2023	1023	2323	1323	1013	3013	0313	2313	1021	3021	2321	1321	2011	1011	1311	2311
3223	0223	3123	0123	0213	2213	1113	3113	0221	3221	3121	0121	3211	0211	2111	3111
1223	2223	1123	2123	3213	1213	2113	0113	2221	1221	1121	2121	1211	2211	0111	1111

⇨ 2331 （４進数）

10 11 11 01 （２進数）

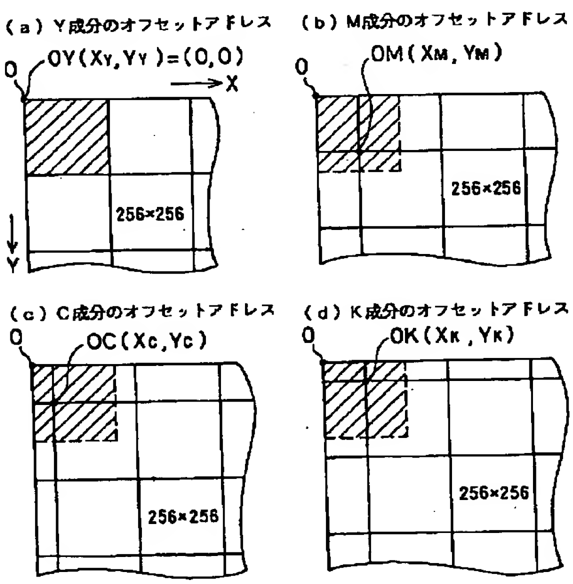
ビット１, ２: $E(a)^3$～$E(d)^3$で決定

ビット３, ４: $E(a)^2$～$E(d)^2$で決定

ビット５, ６: $E(a)^1$～$E(d)^1$で決定

ビット７, ８: $E(a)^0$～$E(d)^0$で決定

【図１１】



【図１９】

閾値の特定ビットを反転したもの

（Ａ）

基準のマトリクス

4	52	24	56	2	34	46	14
36	20	40	8	50	18	30	62
44	28	16	48	42	26	38	22
12	60	32	0	10	58	6	54
3	35	43	11	13	45	1	49
51	19	27	59	61	29	33	17
63	31	7	55	5	53	25	41
15	47	39	23	37	21	57	9

（Ｂ）

下位第１ビットのみ反転

5	53	25	57	3	35	47	15
37	21	41	9	51	19	31	63
45	29	17	49	43	27	39	23
13	61	33	1	11	59	7	65
2	34	42	10	12	44	0	48
50	18	26	58	60	28	32	16
62	30	6	54	4	52	24	40
14	46	38	22	36	20	56	8

（Ｃ）

下位第２ビットのみ反転

6	54	26	58	0	32	44	12
38	22	42	10	48	16	28	60
46	28	18	50	40	24	36	20
14	62	34	2	8	54	4	52
1	33	41	9	15	47	3	51
49	17	25	57	63	31	35	19
61	29	5	53	7	65	27	43
13	45	37	21	39	23	59	11

（Ｄ）

下位第１、第２ビットの反転

7	55	27	59	1	33	45	13
39	23	43	11	49	17	29	61
47	29	19	51	41	25	37	21
15	63	35	3	9	59	5	55
0	34	40	8	14	46	2	50
48	16	24	56	62	30	34	18
60	28	4	52	6	54	26	42
12	44	36	20	38	22	58	10

（Ｅ）

下位第３ビットのみ反転

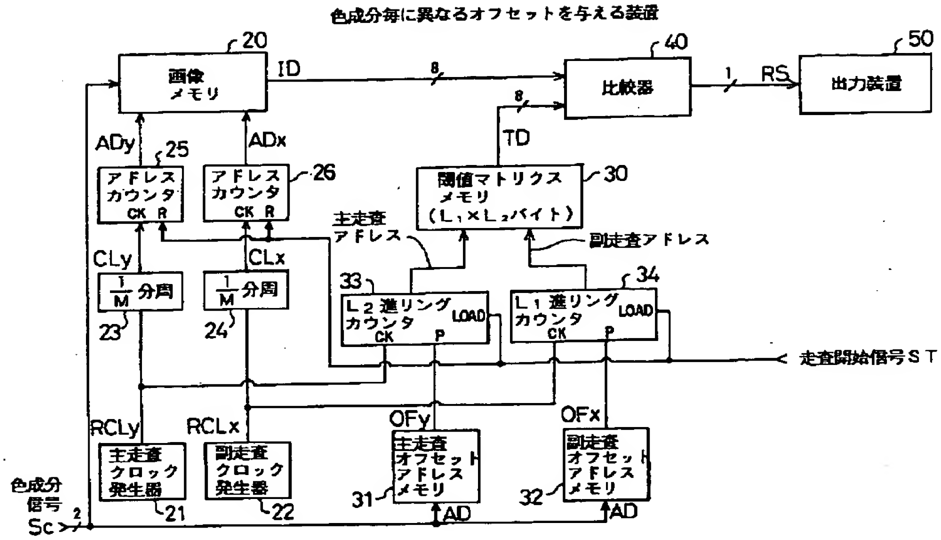
0	48	28	60	6	38	42	10
32	16	44	12	54	22	26	58
40	24	20	52	46	30	34	18
8	56	36	4	14	62	2	50
7	39	47	15	9	41	5	53
55	23	31	63	57	25	37	21
59	27	3	51	1	49	29	45
11	43	35	19	33	17	61	13

（Ｆ）

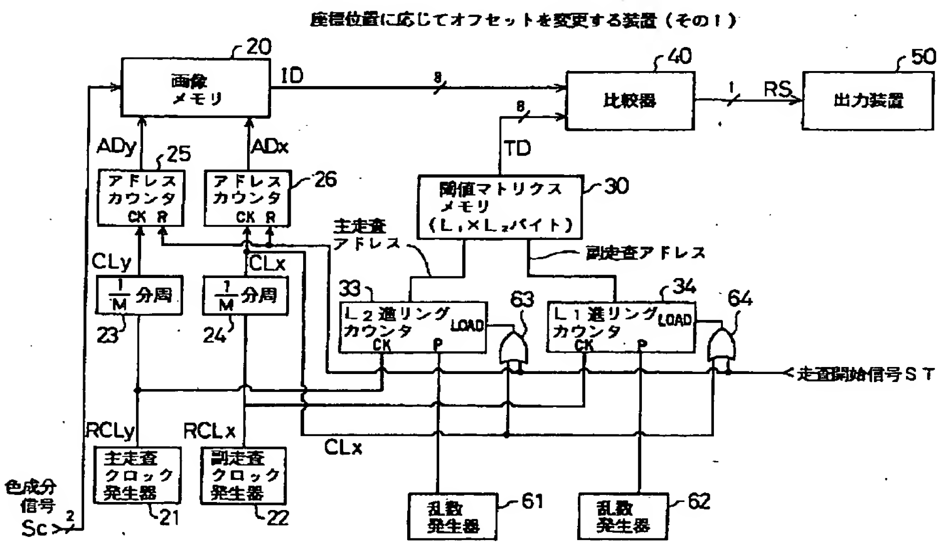
上位第１ビットのみ反転

36	20	56	24	34	2	14	46
4	52	8	40	18	50	62	30
12	60	48	16	10	58	6	54
44	28	0	32	42	26	38	22
35	3	11	43	45	13	33	17
19	51	69	27	29	61	1	49
31	63	39	23	37	21	57	9
47	15	7	55	5	53	25	41

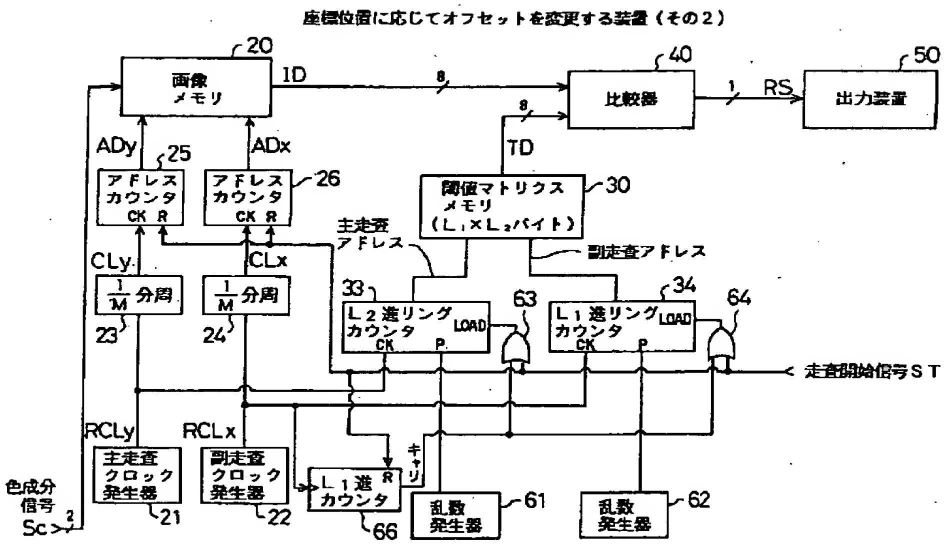
【図１３】


色成分毎に異なるオフセットを与える装置
画像 メモリ
20
ID
8
比較器
40
1
RS
出力装置
50
8
TD
ADy
25
ADx
26
アドレス カウンタ CK R
アドレス カウンタ CK R
閾値マトリクス メモリ (L1×L2バイト)
30
主走査 アドレス
副走査アドレス
CLy
CLx
1/M 分周
1/M 分周
23
24
33
L2進リング カウンタ CK P LOAD
34
L1進リング カウンタ CK P LOAD
走査開始信号ST
RCLy
RCLx
OFy
OFx
主走査 クロック 発生器
21
副走査 クロック 発生器
22
主走査 オフセット アドレス メモリ
31
AD
副走査 オフセット アドレス メモリ
32
AD
色成分 信号 Sc
2

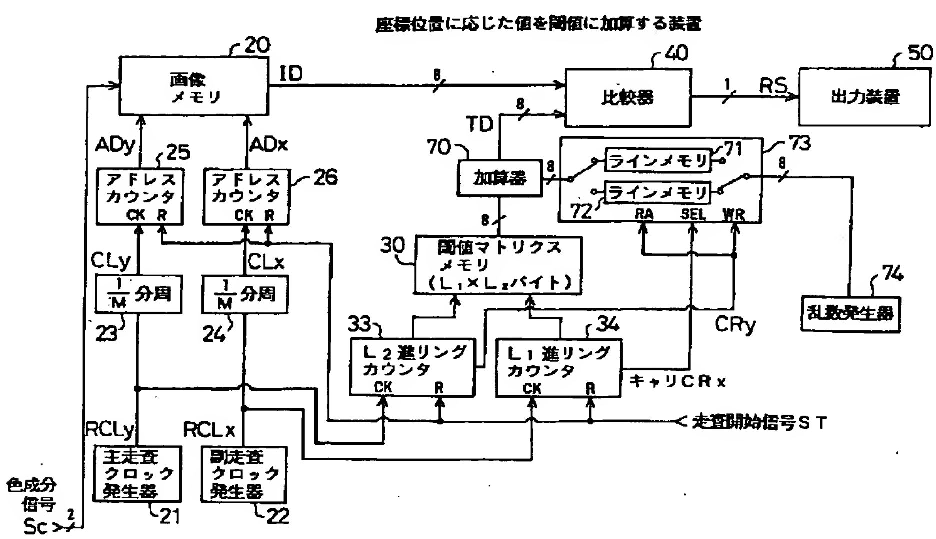
【図１４】


座標位置に応じてオフセットを変更する装置（その１）
画像 メモリ
20
ID
8
比較器
40
1
RS
出力装置
50
8
TD
ADy
25
ADx
26
アドレス カウンタ CK R
アドレス カウンタ CK R
閾値マトリクス メモリ (L1×L2バイト)
30
主走査 アドレス
副走査アドレス
CLy
CLx
1/M 分周
1/M 分周
23
24
33
L2進リング カウンタ CK P LOAD
63
34
L1進リング カウンタ CK P LOAD
64
走査開始信号ST
RCLy
RCLx
CLx
主走査 クロック 発生器
21
副走査 クロック 発生器
22
乱数 発生器
61
乱数 発生器
62
色成分 信号 Sc
2

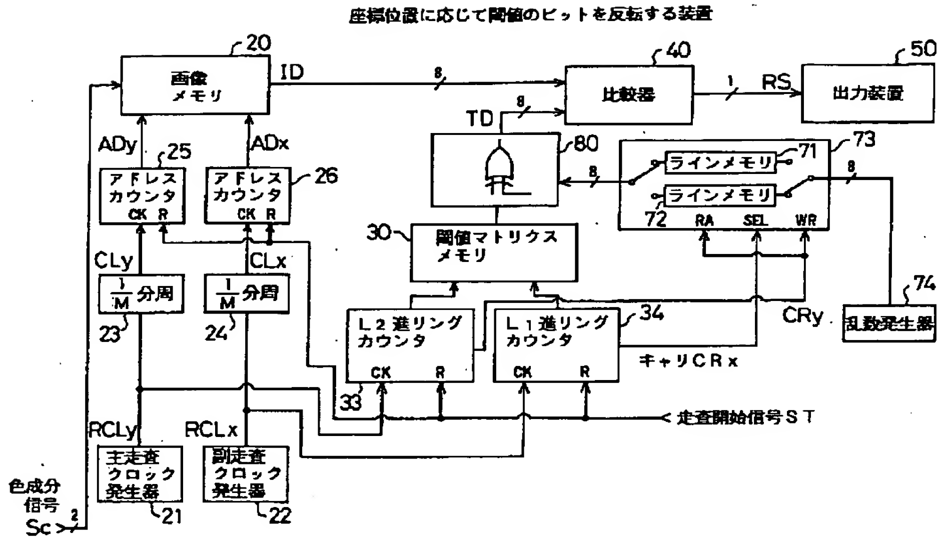
【図１５】


座標位置に応じてオフセットを変更する装置（その２）
画像メモリ
ID
比較器
RS
出力装置
ADy
ADx
アドレスカウンタ
TD
閾値マトリクスメモリ（L₁×L₂バイト）
主走査アドレス
副走査アドレス
CLy
CLx
分周
L２進リングカウンタ
L１進リングカウンタ
LOAD
走査開始信号ＳＴ
RCLy
RCLx
主走査クロック発生器
副走査クロック発生器
L１進カウンタ
キャリ
乱数発生器
色成分信号
Sc

【図１６】


座標位置に応じた値を閾値に加算する装置
画像メモリ
ID
比較器
RS
出力装置
TD
加算器
ラインメモリ
ラインメモリ
ADy
ADx
アドレスカウンタ
閾値マトリクスメモリ（L₁×L₂バイト）
CLy
CLx
分周
CRy
乱数発生器
L２進リングカウンタ
L１進リングカウンタ
キャリＣＲｘ
走査開始信号ＳＴ
RCLy
RCLx
主走査クロック発生器
副走査クロック発生器
色成分信号
Sc

【図１８】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)

H04N　1/40 - 1/409

G06T　1/00

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☑ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☑ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☑ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: ______________________

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.